Bab 4
Pengumpulan dan Pengolahan Data

4.1. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini peneliti mengumpulkan dua tipe data, yaitu data umum perusahaan dan data untuk pengolahan yang sesuai dengan topik Tugas Akhir yaitu ongkos *material handling*.

4.1.1. Data Umum Perusahaan

4.1.1.1. Sejarah Perusahaan

Sesunguhnya sebuah reputasi yang patut dipertahankan, jika orientasi bisnis PT Nusantara Turbin dan Propulsi (NTP) selalu mengacu pada kepuasan pelanggan. Sejak pendirian awal dengan nama UMC (*Universal Maintenance Center* salah satu divisi PT IPTN dahulu, sekarang PT Dirgantara Indonesia, NTP memang telah diproyeksikan sebagai bisnis rekayasa, perawatan, perbaikan dan *overhaul* dalam bidang turbin dan *rotating equipment*.

Berkantor pusat di sekitar Bandara Husein Sastranegara, Bandung-Indonesia. PT. Nusantara Turbin dan Propulsi menjalankan usahanya di *area* seluas 45000 m² dengan jumlah karyawan 374 orang. Didukung oleh sumber daya yang berketerampilan tinggi, professional, berpengalaman serta dilengkapi dengan peralatan canggih, PT NTP dikenal luas dan eksis sebagai perusahaan yang memfasilitasi perbaikan mesin turbin terbaik juga mampu melayani mitra dan pelangan di lebih 60 perusahaan dari berbagai Negara di kawasan Asia Pasifik, Timur Tengah, Afrika, dan Amerika.

Sejak didirikan 23 Agustus 1986, degan nama UMC, perusahaan ini mengawali roda usahanya sebagai sebuah divisi pendukung investasi di PT Industri Pesawat Terbang Nusantara (IPTN). Baru pada 23 juni 1998, UMC berubah nama menjadi

PT. Nusatara Turbin dan Propulsi (NTP) sebagai anak perusahaan PT. Dirgantara Indonesia.

Selain itu, guna menjaga kualitas *skill*, PT NTP secara reguler mengirimkan karyawan berpotensi untuk mengikuti *training* baik yang diselengarakan di dalam maupun di luar negeri. Hal ini dilakukan agar PT NTP senatiasa berada pada barisan depan dalam pengembangan mutu dan kepedulian pada kepuasan pelanggan.

4.1.1.2. Tentang Perusahaan, Visi, dan Misi

PT. Nusantara Turbin dan Propulsi (NTP) merupakan pusat unggulan yang terpecaya dalam bidang rekayasa, perawatan, perbaikan dan *overhaul* sistem turbin gas dan *rotating equipment* terkemuka di Asia Tenggara. Dibangun denga satu tekad yang kuat untuk menghantarkan NTP sebagai tim yang tangguh dengan profesiaonalisme dan integritas menjadikan NTP pemimpin disetiap ruang bisnisnya. NTP tidak pernah ragu terhadapa kemampuan, kualitas dan kompetisi untuk menciptakan karya yang bernilai tinggi bagi kepentingan *customer*.

Profesionalisme NTP dan sumber daya manusianya telah diakui oleh sistem manajeman mutu ISO 9001: 2000 of DNV, Netherlands. Sertifikasi dari Original *Engine Manufacture* (OEM), dan lembaga otoritas dunia penerbangan diantaranya *Federal Aviation Administration* (FAA)-USA dan EASA – *European Union* adalah bukti kemampuan SDM kami yang unggul.

Penghargaan tersebut memacu kami untuk senatiasa meningkatkan kualitas untuk memenuhi kepuasan *customer*. Inilah fakta yang menjadikan kami tetap menjaga komitmen untuk menjadi perusahaan yang berkualitas tinggi dan terpecaya, serta menjadi mitra yang kompetitif dan berpengaruh di kawasan Asia Pasifik.

Visi perusahan menjadi pusat unggulan yang terpecaya dalam bidang rekayasa, *manufacture*, perawatan, perbaikan dan *overhaul* sistem turbin dan *rotating equipment*.

Misi Perusahaan:

- Memaksimalkan keuntungan bagi pemangku kepentingan dalam bisnis turbin dan *rotating equipment*.
- Percaya diri di pasar *domestic* dan regional sebagai dasar pertumbuhan.
- Memiliki budaya *safety* dan kewaspadaan yang tinggi, dijalankan dengan integritas, transparansi dan GCG (*Good Corporate Governance*).

4.1.1.3. Unit Usaha Strategis

Pelayanan sangatlah penting dan bermakna terutama dalam menjalankan sebuah usaha. Guna memenuhi kebutuhkan pelanggan, PT NTP memiliki dua unit usaha strategis yang diupayakan agar tetap mampu menjaga kepuasan pelanggan. Kedua unit usaha strategis tersebut adalah:

A. SBU UMC Aero *Engine* Services

Didukung oleh SDM yang handal dan fasilitas yang canggih, unit usaha strategis ini fokus pada layanan perawatan, perbaikan dan *overhaul* mesin pesawat terbang dan sebagian besar perusahaan penerbangan komersil nasional dan militer adalah *customer* kami. Saat ini PT NTP memiliki fasilitas untuk *Engine testing* diantaranya 2 unit *dynamometer* berkapasitas sampai 6000 SHP, fasilitas *testing* mesin jet berkekuatan sampai 100000 LB *thrust* serta fasilitas *testing* Solar Gas Turbin. Didukung oleh fasilitas yang cangih dan *skill* SDM yang kami miliki serta biaya pemeliharaan dan perbaikan yang rasional dan kompetitif, PT NTP telah teruji di dunia industri kedirgantaraan dan bersinergi dalam sebuah tim untuk menjadi yang terdepan dalam kehandalan layanan, inovatif dan persaingan efisiensi harga di kawasan Asia Pasifik.

B. SBU UMC Industrial Turbin Services

Unit usaha strategi ini fokus pada manufaktur, layanan perawatan, perbaikan dan *overhaul* turbin gas industri. Sejak tahun 1986 PT NTP telah menjalin kerjasama dengan Solar Gas Turbin sehingga mendapatkan kepercayaan tinggi dari *customer* domestik maupun regional. Kemudian layanan perawatan lainya fokus pada pompa sentrifugal yang banyak digunakan di perusahaan minyak, petro kimia dan pupuk

serta agro industri. Adapun layanan lainya adalah perawatan turbin uap, *turbocharger*, peremajaan bantalan dan reparasi umum yang meliputi layanan *electroplating*, *plasma spray*, *machining*, *Welding*, *balancing* dan sermetal *coating*.

NTP dipercaya oleh Textron-David Brown Union Pump sebagai mitra resmi untuk mereparasi semua jenis pompa sentrifugal, baik dilakukan di dalam maupun luar negri. Selain perawatan pompa mesin sentrifugal, PT NTP juga memfokuskan layanan perawatan kompresor sentrifugal sebagai salah satu lini usahanya, selain itu sejak tahun 2005 PT NTP bekerjasama dengan BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) serta didukung oleh Departemen Perindustrian RI, telah berhasil membuat dan mengembangkan turbin uap berkapasitas 450 HP sampai dengan 4 MW dan terus dikembangkan untuk mencapai kapasitas 7 MW.

4.1.1.4. Struktur Organisai

Dengan daya dukung personil yang handal di tingkat manajemen, PT NTP berupaya keras untuk menjalankan usahanya agar senatias fokus dan profesional dalam pengelolaanya sehingga mampu mencapai misi visi perusahaaan. Strukur manajeman yang jelas merupakan satu kekuatan bagi perusahaan, tidak hanya kuat bagi internal tapi juga kuat bagi eksternal dalam hal ini adalah pihak-pihak yang terkait dengan PT NTP. Struktur organisasi PT NTP bisa dilihat pada gambar 4.1.

4.1.1.5. *Departemant Production Planning* & *Inventory Control* (PPIC)

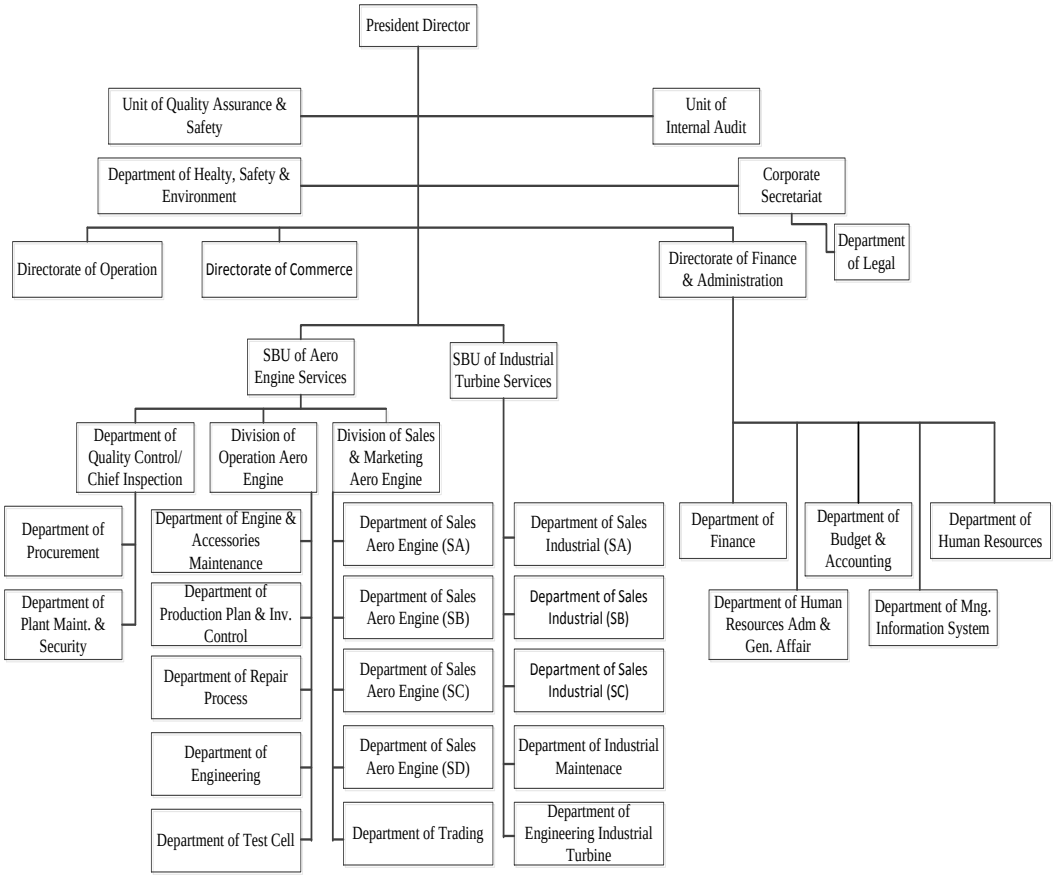
Production Planning & *Inventory Control* atau sering disebut PPIC merupakan suatu department dalam perusahaan yang berfungsi merencanakan dan mengendalikan rangkaian produksi agar berjalan sesuai dengan rencana yang sudah ditetapkan serta mengendalikan jumlah inventory agar sesuai dengan kebutuhan yang ada. PPIC merupakan bagian dari organisasi perusahaan yang menjembatani 2 department yaitu: *marketing* & produksi. PPIC menterjemahkan kebutuhan *marketing* kedalam bentuk rencana produksi & ketersediaan bahan baku yang akan dijalankan agar order yang diterima *marketing* bisa dikirim tepat waktu dan tepat *quantity*. Departemen PPIC merupakan bagian dari SBU Aero *Engine* Services,

gambaran umum strukutr organisasinya bisa dilihat pada gambar 4.2. dibawah. Dan *job desk* departmen PPIC diantaranya sebagai berikut:

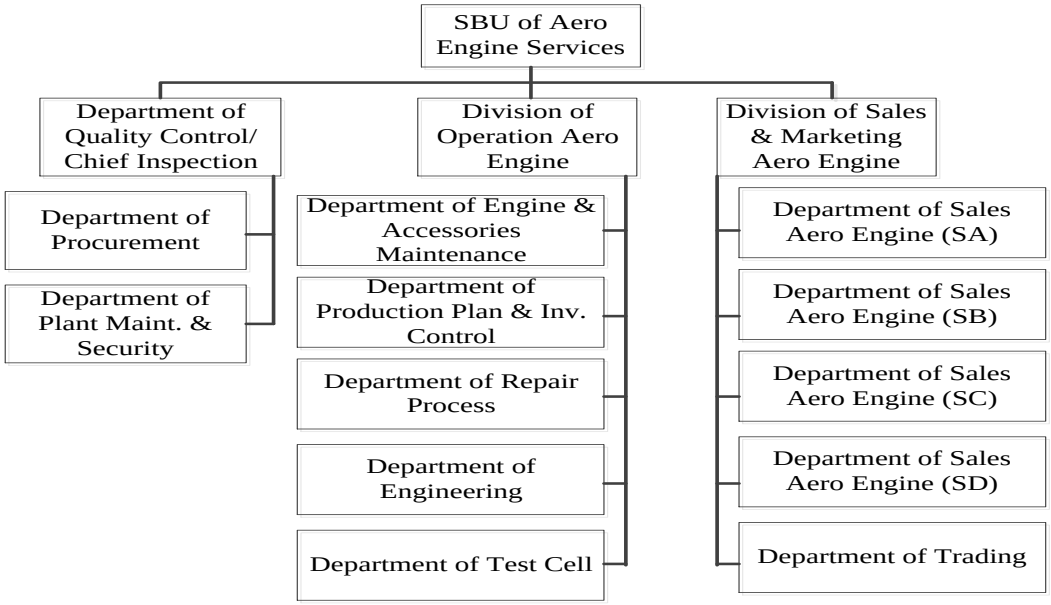
- Menerima order dari *marketing* dan membuat rencana produksi sesuai order yang diterima.
- Memenuhi permintaan *sample* dari *marketing* dan memantau proses pembuatan sample sampai terkirim ke pelanggan.
- Membuat rencana pengadaan bahan berdasarkan *forecast* dari *marketing* dengan memperhatikan kondisi *stock* dengan menghitung kebutuhan *material* produksi menurut standard *stock* yang ideal.
- Memonitor semua *inventory* baik untuk proses produksi, *stock* yang ada di gudang maupun yang akan didatangkan sehingga proses produksi dan penerimaan order bisa berjalan lancar dan seimbang.
- Menyusun jadwal proses produksi pada waktu, *routing* & *quantity* yang tepat sehingga barang bisa dikirim tepat waktu dan sesuai dengan permintaan pelanggan.
- Menjaga keseimbangan lini kerja di produksi agar tidak ada mesin yang *overload* sementara mesin lain tunggu order.
- Menginformasikan ke bagian *marketing* jika ada masalah di proses produksi yang menyebabkan *delay delivery*.
- Aktif berkomunikasi dengan semua pihak yang terkait sehinggga diperoleh informasi akurat dan *up to date*.

Output kerja yang dikerjakan departemen PPIC diantaranya adalah:

- Laporan kegiatan produksi
- *Master Production Schedule* (MPS)
- Target produksi
- *Production Plan* & *Accomplishment* (AERO)
- *Engine production status*
- *Final* dispo & *script report*



Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT. Nusantara Turbin dan Propulsi



Gambar 4.2. Struktur organisasi SBU Aero *Engine* Services

4.1.1.6. *Management and Human Resources*

Perusahaan sadar bahwa pemeliharaan, perbaikan dan *overhaul* sistem turbin dan *rotating equipment* menghabiskan banyak biaya. Sehingga daya kompetitf di bidang penerbangan dan industri serta misi yang diembanya telah mengilhami PT NTP untuk menyediakan solusi yang handal dan terintregasi guna memberi sumbangsih besar bagi upaya terciptanya keselamatan, keamanan dan kenyamanan.

Untuk mewujudkan misi tersebut, perusahaan percaya dan berupaya meciptakan setiap sumber daya manusia di PT NTP harus:

1. Berusaha untuk mencapai standar kualitas yang tinggi, biaya yang kompetitif, *delivery*, keselamatan dan jasa (QCDSS), dan mengupayakan melebihi kebutuhan pelanggan.
2. Mampu melaksanakan serta melakukan perbaikan secara terus menerus mengenai keselamatan dan sistem manajemen mutu seperti yang dijelaskan pada prosedur NTP (AMO Manual / RSM / MOE / QSOP dan QI).
3. Menjadikan keselamatan dan kualitas kerja menjadi perhatian utama sepanjang waktu.
4. Menunjang tinggi etika bisnis dan menegakan nilai-nilai integritas karyawan menuju tata kelola perusahaan yang baik (*Good Corporate Governance*).

Selain itu sumber daya manusia adalah aset paling berharga dan merupakan ujung tombak perusahaan sehingga kualitas dan potensinya harus senatiasa diperhatikan dan ditingkatkan. Untuk itu PT NTP secara berkesinambungan terus menfokusan pada pengembangan kompetensi baik individu maupun tim yang disesuaikan dengan perkembangan teknologi, peningkatan motivasi, kinerja dan budaya kerja yang efektif dan efesian, sehinga sumber daya kami siap menghadapi tuntutan bisnis di era globalisasi. Hal ini merupakan keunggulan kompetitif bagi PT NTP dalam berkiprah di bisnis turbin dan propulsi.

Tim manajemen yang *solid* dan kepemingpinan yang tanguh merupakan kunci untuk menjalankan tangtangan bisnis dibidang penerbangana dan industri. Selain

perhatian terhadap perluasna dan peningkatan berbagai fasilitas guna memenuhi layanan prima bagi pelanggan, PT NTP juga telah menerapkan sistem manajemen dan teknologi terkini sekaligus memperoleh dan mengembangkan bakat-bakat professional.

Selain itu, PT NTP telah melakukan restrukturisasi agar mampu memberikan layanan lebih baik terhadap *customer*-nya. Rangkaian visi pengembangan strategis terwujud dalam pemenuhan tantangan global melalui transpormasi program perusahaan yang dinamis dan mampu menopang profitabilitas serta pertumbuhanya.

4.1.1.7. *Financial*

Salah satu ukuran keberhasilan perusahaan dapat ditinjau dari pendapatan finansial yang diraih selama perusahaan menjalankan usahanya. Hal ini bukan tentu saja cerminan dari kinerja handal dan performa perusahaan tapi juga merupakan salah satu jaminan kepercayaan bagi para pelanggan. PT NTP senatiasa memperhatikan perkembangan finansial dan melakukan audit tiap tahuya. Sekilas dari perjalanan panjang perusahaan dalam menjalankan usahanya ternyata mengalami peningkatan terus menerus dari tahun ke tahun. Ini sebagai bukti bahwa PT NTP merupakan perusahaan yang sehat sehingga layak dipercaya oleh pelanggan.

Beberapa catatan finasial yang menunjukan grafik peningkatan. Pencapaian pendapatan perusahaan yang terus meningkat tersebut tidak terlepas dari faktor manajemen dan peningkatan sumber daya manusia yang terus menerus dikembangkan dan diperbaiki guna memenuhi pelayanan prima kepada pelanggan. Sehingga kepercayaan pelanggan merupakan nilai terbesar yang kami hormati.

4.1.1.8. NTP'S *Capability Milestone and Customer List*

NTP'S *Capability Milestone*

A. *Maintenance, Repair and Overhaul*

- Tahun 1986 : Rolls-Royce M-250 *Series*, Honeywell TPE 331 *Series*, Solar *Centaur* & *Saturn*
- Tahun 1988 : General Electric CT7 *Series*
- Tahun 1990 : Pratt & Whitney PT6 A *Series*, Rolls-Royce Dart 7 *Series*, *Industrial Component Repair*
- Tahun 1991 : Kongsberg KG-2, Pratt & Whitney JT8d *Standard Series*, *Industrial Component Repair*
- Tahun 1993 : Rolls-Royce TAY 650-15 *Series*
- Tahun 1994 : *Assembly*, *Inspection* & *Test New Engine* GE C7-9 dan GE *Power System* MS 3000 / MS 2000
- Tahun 1995 : Rolls-Royce Allison T56 *Accessories*
- Tahun 1997 : Allison K501
- Tahun 1999 : Multistage Centrifugal Pump
- Tahun 2000 : Parts Manufacturing
- Tahun 2001 : Diesel Single Piston 20 HP
- Tahun 2003 : Microhydro Power Generation

B. *Manufacturing*

- Tahun 2005 : Steam Turbine 450 HP
- Tahun 2007 : Steam Turbine 2 MW
- Tahun 2008 : Steam Turbine 4 MW
- Tahun 2009 : Steam Turbine 3 MW

C. *Certification*

- Tahun 1989 : DGCA of Indonesia
- Tahun 1993 : FAA of USA
- Tahun 1996 : ISO 9001 : 2008 of DNV, Netherlands
- Tahun 2008 : EASA of European
- Tahun 2009 : KAN of Indonesia

D. *Customer List*

Tabel 4.1. *Customer* sbu *aero engine service*

No	*Customer* SBU Aero *Engine* Services
1	Aero North Icelandic/Ani (Indonesia)
2	Af Angkasa (Indonesia)
3	Airfast Indonesia, Pt (Indonesia)
4	Basarnas (Indonesia)
5	Deraya Air , Pt (Indonesia)
6	Derazona Air Service, Pt (Indonesia)
7	East Indonesia Airtaxi, Pt (Indonesia)
8	Gmf Aero Asia (Indonesia)
9	Goodrich Pindad Aerospace (Indonesia)
10	Kalimasada Pusaka, Pt (Indonesia)
11	Mandala Air (Indonesia)
12	Merpati Maintenance Facilities (Indonesia)
13	Merpati Nusantara Airlines, Pt (Indonesia)
14	Metro Batavia, Pt (Indonesia)
15	Nugraha Karya Oshinda, Pt (Indonesia)
16	Pelita Air Service (Indonesia)
17	Penerbad Tni – Ad (Indonesia)
18	Polisi Udara (Indonesia)
19	Pt Dirgantara Indonesia (Indonesia)
20	Republic Express, Pt (Indonesia)
21	Sas International (Indonesia)
22	Shaeen Air (Pakistan)
23	Sita Air (P) Ltd. (Nepal)
24	Tni – Al (Indonesia)
25	Tni – Au (Indonesia)
26	Travira Air, Pt (Indonesia)
27	Trigana Air Service, Pt (Indonesia)
28	Tri Mg (Indonesia)
29	Aergo Capital Asia Ltd (Ireland)
30	Aircraft *Engine* & Component (Usa)
31	Air Philippines (Philippines)
32	Ave Com (Uea)
33	Bbc Aircraft (Usa)
34	C & L Aerospace (Australia)
35	Cotech Tranding (Gb) Ltd (Inggris)
36	Eastok Avia Fze (Uea)
37	Expo Aviation (Pvt) Ltd (Srilangka)
38	International Air Parts Ltd (Australia)
39	Jacson Airline (India)
40	Jinwa Trading (Jepang)
41	Markas Logistik Udara Kl (Malaysia)
42	Max Avia (Uea)
43	Moac/Ministry Of Agryculture (Thailand)
44	Omega Aerospace Supp. Sdn Bhd (Malaysia)

45	Pamir Airways (Uea)
46	Papua New Guinea (Papua New Guinea)
47	Phuket Airlines Co. Ltd (Thailand)
48	Rj Avia Pte Ltd (Singapore)
49	Royal Thailand Air Force (Thailand)
50	Son Air (Usa)
51	Tulsa Propulsion *Engine*s (Usa)

Tabel 4.2. *Customer* SBU *Industrial Turbine Services* dan *Customers from Several Countries*

No	*Customer* SBU *Industrial Turbine Services*	*Customers from Several Countries*
1	Cendana Murni, Cv (Indonesia)	Indonesia
2	Chevron Pacific Indonesia, Pt (Indonesia)	England
3	Ge Nusantara Turbin Service (Indonesia)	Ireland
4	Geo Dipa Energy , Pt (Indonesia)	United States Of America
5	Halimah, Cv (Indonesia)	United Arab Emirates
6	Indo Turbine , Pt (Indonesia)	Pakistan
7	Indonesia Power Ubp Semarang (Indonesia)	India
8	Ip Gunung Salak, Pt (Indonesia)	Nepal
9	Ip Unit Bisnis Pembangkit Semaranag (Indonesia)	Bangladesh
10	Kaltim Methanol Industri, Pt (Indonesia)	Cambodia
11	Nugraha Karya Oshinda Pt (Indonesia)	Japan
12	Pembangkitan Jawa Bali, Pt (Indonesia)	Philippines
13	Pertamina (Persero) Pt (Indonesia)	Thailand
14	Petrokimia Gresik, Pt (Indonesia)	Singapore
15	Pg Rajaawali Ii, Pt (Indonesia)	Papua New Guinea
16	Pupuk Kalimantan, Pt (Indonesia)	Australia
17	Solar Service Indonesia, Pt (Indonesia)	Malaysia
18	Vico Indonesia (Indonesia)	Srilangka

(Sumber; Buku Profil Diklat PT Nusantara Turbin dan Prolulsi)

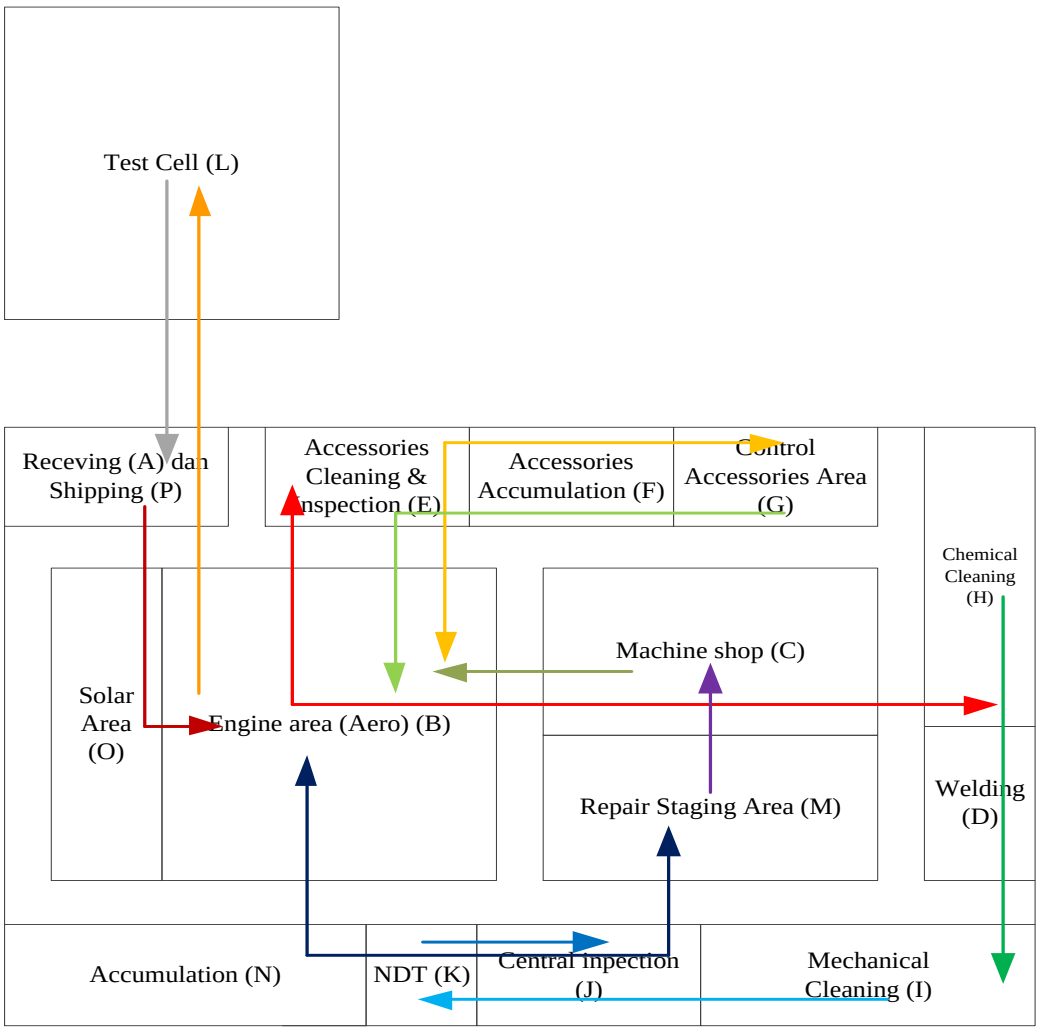
4.1.2. Data Untuk Pengolahan

4.1.2.1. *Layout* Lantai Produksi PT Nusatara Turbin dan Propulsi

Layout lantai produksi tiap departemen di PT Nusantara Turbin dan Propulsi didapatkan dari hasil pengamatan peneliti terhadap kondisi asli di perusahaan. Lebar lantai transportasi adalah 5 meter diantara 2 departemen, untuk menunjang lalulintas pergerakan alat angkut. Gambaran layout lantai produksi dapat dilihat pada gambar 4.3.

4.1.2.2. *Engine Activity Process*

Engine activity process ini menggambarkan langkah – langkah yang dialami *engine* (benda kerja) selama mengalami perbaikan di lantai produksi, terlihat pada tabel 4.3



Gambar 4.3. *Layout* lantai produksi PT NTP

Tabel 4.3. *Engine activity process*

No	***Activity***	***Area***	***Day***
1	*Disassembly*	*Engine area*	3
2	*Dirty inspection*	*Engine aea*	1
3	*Accessories cleaning & inspection*	*Accessories cleaning & inspection Area*	16
4	*Assembly & test accessories part*	*Control accessories area*	32
5	Sub *assembly part*	*Engine area*	3
6	*Chemical cleaning*	*Chemical cleaning area*	2
7	*Mechanical Cleaning*	*Mechanical Cleaning area*	2
8	NDT	NDT *Area*	1
9	*Component inspection*	*Central Inspection*	12
10	*Supply part*	*Staging area*	1
11	*Proses Repair*	*Machine shop*	31
12	*Final assembly*	*Engine area*	7
13	*Engine test*	*Test cell*	4

4.1.2.3. Data Departemen yang Saling Berhubungan

Departeman yang berdekatan dan saling berhubungan sesuai dengan aktivitas *engine* (benda kerja) dilantai produksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4. Departemen yang saling berhubungan

Dari	Simbol	Ke	Simbol
Receiving	A	*Engine Area*	B
Engine Area	B	*Engine Area*	B
Engine Area	B	*Accessories Cleaning* & Inspection *Area*	E
		Chemical Cleaning Area	H
Accessories Cleaning & Inspection *Area*	E	*Control Accessories Area*	G
		Engine Area	B
Control Accessories Area	G	*Engine Area*	B
Chemical Cleaning Area	H	*Mechanical Cleaning Area*	I
Mechanical Cleaning Area	I	NDT *Area*	K
NDT *Area*	K	Central Inspection	J
Central Inspection	J	*Repair Staging Area*	M
		Engine Area	B
Repair Staging Area	M	*Machine Shop*	C
Machine Shop	C	*Engine Area*	B
Engine Area	B	*Test Cell*	L
Test Cell	L	*Shipping*	A

4.1.2.4. Luas Lantai Produksi

Berisi data luas lantai produksi yang digunakan untuk input perhitungan jarak antar departemen sebagai penunjang perhitungan ongkos *material handling*. Luas lantai produksi dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Luas lantai produksi

Nama *Area*	Simbol	Panjang	Lebar	Luas Lantai (M)
Receiving	A	12	24	288
Engine Area	B	37,5	36	1350
Machine Shop	C	20	36	720
Welding	D	18,5	12	222
Accessories Cleaning & Inspection	E	12	22	264
Accessories Accumulation	F	12	22	264
Control Accessories Area	G	12	22	264
Chemical Cleaning	H	36	12	432
Mechanical Cleaning	I	12	36	432
Central Inspection	J	12	24	288
NDT	K	12	12	144
Test Cell	L	37,5	36	1350
Repair Staging Area	M	17,5	36	630
Accumulation	N	12	39	468
Sollar Area	O	37,5	12	450

4.1.2.5. Daftar Berat Bentuk

Berat bentuk *material engine* keseluruhan dan berat bentuk *part engine* CT7 digunakan sebagai data *input* perhitungan ongkos *material handling*. Berat bentuk *material* dapat dilihat pada table 4.6.

Tabel 4.6. Daftar berat bentuk *engine* CT7

Nama Komponen	Berat Bentuk (Kg)
Engine CT7	300
Part *Engine* CT7	252
Filter Fuel	0,15
Pump	0,25
Seal-No.1 Carbon Sb72-372	0,01
Casing Seal	6
Housing-Front Gearbox	15
Support Assy-Stg 1 & 2 Shroud	2,5
Cover	3
Shield	4
Cowl-Turbine Case Sb72-267	5
Duct Outer Turbine	4
Ring Seal	0,001
Ring	0,001
Retainer Anti Icing Seal	0,015
Impeller-30 Degree Bcc Sb72-325	0,5
Blade Disk Stg.#1 Compr.Sb72-0300	0,01
Stg 3 & 4 Blisk	1
Case Diffuser	10
Plate Stg 2 Trb Aft Cooling	1,5
Housing No 1 & 2 Bearing	2
Accessories Engine CT7	48
Pupm Duel Boost	0,30
Fuel Injector	0,5
Switch-Fuel Pressure	0,3
Stator Alternator (Post Sb 74-20)	0,1
Green Cable	0,05
Cable Assembly	0,05
Cable Assy W-4 Yellow Electrical	0,05
Lead Electrical Ignition	0,5
Exciter Ignition	0,65
Thermocouple Assy	1
Sensor	0,25
Coller Lube Oil	0,1
Detector Oil Temperature	0,60

4.1.2.6. Ketentuan Alat Angkut

Alat angkut *material* yang dipergunakan di PT. Nusantara Turbin dan Propulsi ada tiga jenis golongan, yaitu manusia, *hand fallet*, dan *forklift*. Ketentuan berat alat angkut terhadap *material* terlihat pada table 4.7.

4.7. Ketentuan alat angkut *material*

Berat Total	Alat Angkut	Waktu per Meter Gerak	Man Hour/ Harga Beli	Umur Pakai	Dimensi (P x L x T) (m)	Jumlah (unit)
0 Kg – 15 Kg	Manusia	3 detik	Rp. 464.620,-	-	-	-
16 Kg – 50 Kg	*Hand Fallet*	4 detik	Rp. 2.500.000,-	10 Tahun	1 x 0,5	10
> 50 Kg	*Forklift*	5 detik	Rp. 180.000.000,-	20 Tahun	4 x 1,75 x 3	2

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. *Activity Process Chart*

Activity Process Chart ini menggambarkan tahapan langkah – langkah proses perbaikan *engine* CT7 di lantai produksi berdasarkan tahapan – tahapan *engine activity process*. Adapun waktu proses operasi 1944 jam, waktu pemeriksaan 312 jam dan waktu proses gabungan 504 jam dengan total waktu 2760 jam untuk proses perbaikan *engine* CT7. Gambar *activity process chart* dapat dilihat pada gambar 4.4. pada halaman 53.

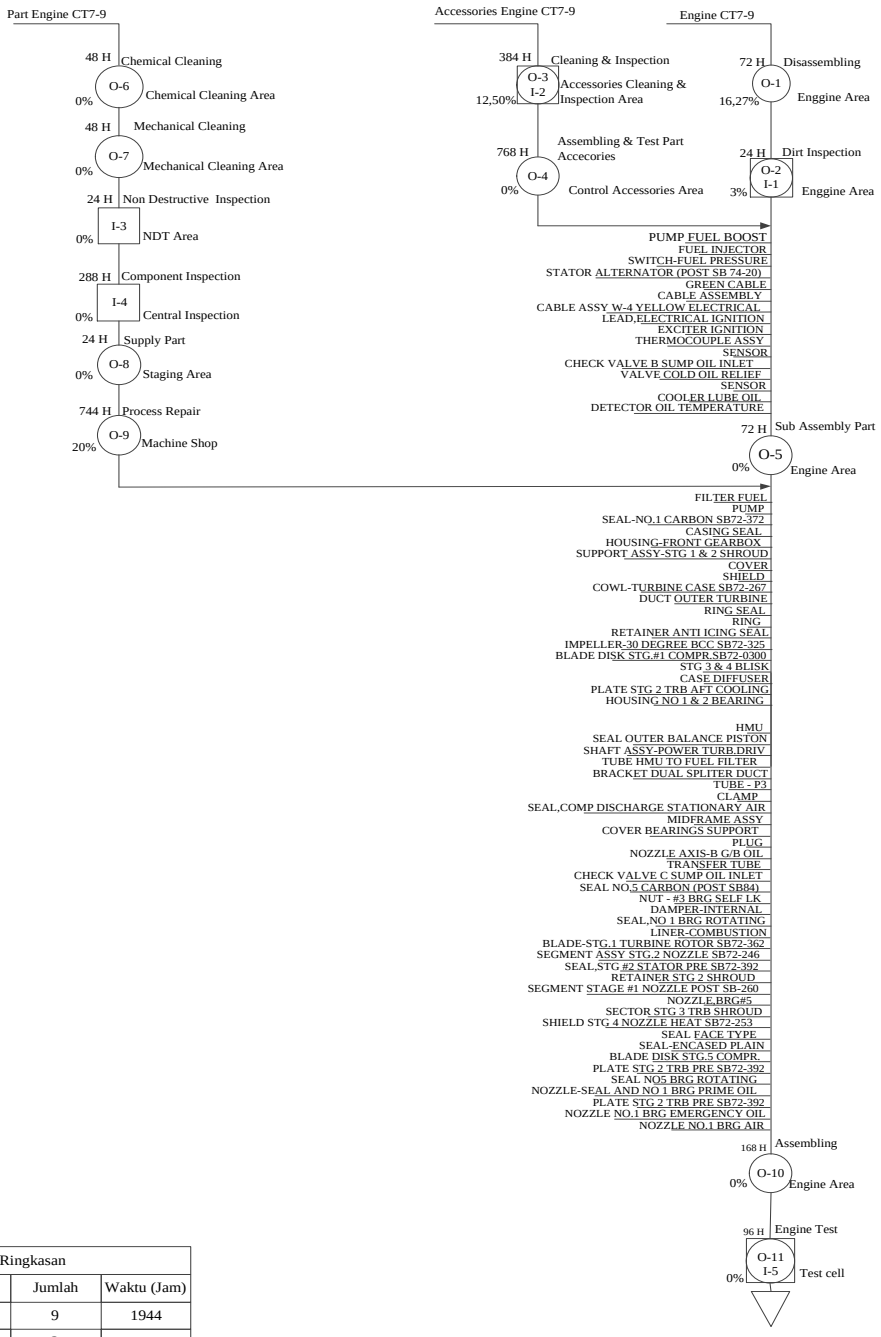
4.2.2. Perhitungan Jarak Antara Departemen

Perhitungan jarak antar departemen dilakukan dengan metode *rectilinear* dengan memperhitungkan jarak tempuh pada setiap gari sumbu, untuk mempermudah perhitungan jarak dengan metode ini gunakan koordinat *centroid* di setiap departemenya. Gambar 4.5. pada halaman 54 merupakan koordinat *centroid* yang digambarakan dari *layout* asli PT Nusantara Turbin dan Propulsi, sebagai acuan peneliti dalam menghitung jarak antar departemen.

ACTIVITY PROCESS CHART

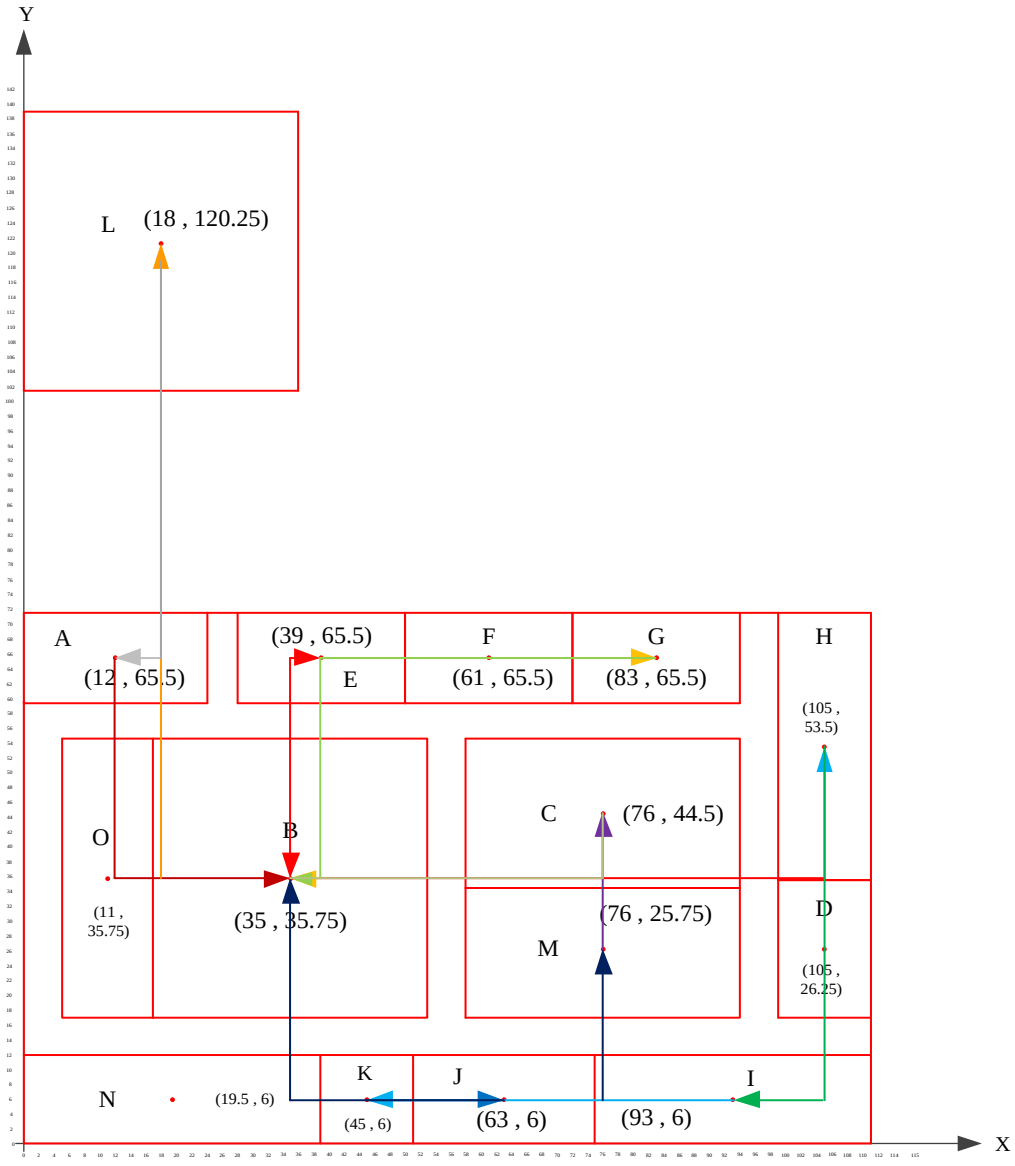
Nama Objek : Engine CT7
Nomer Peta : 1
Dipetakan Oleh : Saepul Bahri
Tanggal Dipetakan : 14 April 2015

Sekarang [X] Usulan [ ]



Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu (Jam)
Operasi	9	1944
Pemeriksaan	2	312
Gabungan	3	504
Penyimpanan	1	
Total	15	2760

Gambar 4.4. *Activity process chart engine* CT7



Gambar 4.5. Koordinat *centroid* tiap departemen di PT NTP

Untuk mendapatkan jarak antar departemen dengan perhitungan metode *rectilinear* diperlukan koordinat *centroid* dari tiap departemen. Data koordinat *centroid* tiap departemen disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Koordinat *centroid*

Luas Lantai		**Kordinat Centroid**			
Area	**Simbol**	**X1**	**X2**	**Y1**	**Y2**
Receiving/ Shiping	A	12	18	65,5	-
Engine Area	B	35	-	35,75	-
Machine Shop	C	76	-	44,5	35,75

Area	Simbol	X1	X2	Y1	Y2
Welding	D	105	-	26,25	-
Accessories Cleaning & Inspection	E	39	35	65,5	-
Accessories Accumulation	F	61	-	65,5	-
Control Accessories Area	G	83	-	65,5	-
Chemical Cleaning	H	105	-	53,5	-
Mechanical Cleaning	I	93	-	6	-
Central Inspection	J	63	-	6	-
NDT	K	45	-	6	-
Test Cell	L	18	-	120,25	-
Staging Area	M	76	-	25,75	-
Accumulation	N	19,5	35	6	-
Sollar *Area*	O	12	-	35,75	-

Tabel 4.9. Data jarak antar departemen menggunakan metode perhitungan *rectilinier*.

Tabel 4.9. Jarak anatar departemen

Dari	Simbol	Ke	Simbol	Jarak
Receiving	A	*Engine Area*	B	52,75
Engine Area	B	*Engine Area*	B	0
Engine Area	B	*Accessories Cleaning* & Inspection *Area*	E	33,75
		Chemical Cleaning Area	H	87,75
Accessories Cleaning & Inspection *Area*	E	*Control Accessories Area*	G	44
		Engine Area	B	33,75
Control Accessories Area	G	*Engine Area*	B	81,75
Chemical Cleaning Area	H	*Mechanical Cleaning Area*	I	59,50
Mechanical Cleaning Area	I	NDT *Area*	K	48
NDT *Area*	K	Central Inspection	J	18
Central Inspection	J	*Repair Staging Area*	M	32,75
		Engine Area	B	57,75
Repair Staging Area	M	*Machine Shop*	C	18,75
Machine Shop	C	*Engine Area*	B	49,75
Engine Area	B	*Test Cell*	L	67,50
Test Cell	L	*Shipping*	A	60,75

Perhitungan manual jarak antar departemen dengan metode *rectilinear* dengan formula sebagai berikut:

$$dij = |Xi - Xj| + |Yi - Yj|$$

1) Jarak departemen A ke B melewati departemen O maka perhitungan sebagai berikut:

dao $= |Xa - Xo| + |Ya - Yo|$

$= |12 - 12| + |65,5 - 35,75|$

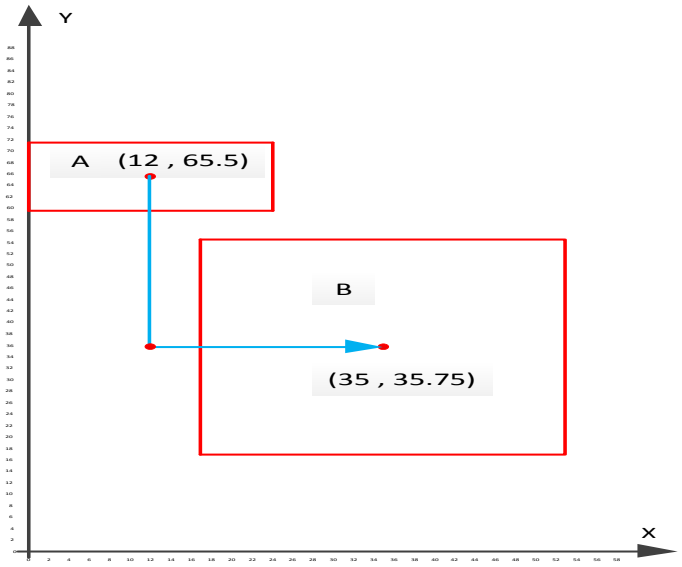
$= 29,75$ meter

dob $= |Xo - Xb| + |Yo - Yb|$

$= |12 - 35| + |35,75 - 35,75|$

= 23 meter

Jarak departemen A ke B = dao + dob = 52,75 meter



Gambar 4.6. Contoh perhitungan jarak departemen A ke B

2) Jarak departemen B ke E

dbe =| Xb - Xe |+| Yb - Ye|

=| 35 - 39 |+| 35,75 - 65,5 |

= 33,75 meter

Jarak departemen B ke H melewati departemen C maka perhitungan sebagai berikut:

dbc =| Xb - Xc |+| Yb - Yc|

=| 35 - 76 |+| 35,75 - 35,75 |

= 41 meter

dch =| Xc - Xh |+| Yc - Yh|

=| 76 - 105 |+| 35,75 - 53,5 |

= 46,75 meter

Jarak departemen B ke H = dbc + dch = 87,75 meter

3) Jarak departemen E ke G melewati departemen F maka perhitungan sebagai berikut:

def =| Xe - Xf |+| Ye - Yf|
=| 39 - 61 |+| 65,5 - 65,5 |
= 22 meter
dfg =| Xf - Xg |+| Yf - Yg|
=| 61 - 83 |+| 65,5 - 65,5 |
= 22 meter
Jarak departemen E ke G = def + dfg = 44 meter

Jarak departemen E ke B
deb =| Xe - Xb |+| Ye - Yb|
=| 39 - 35 |+| 65,5 - 35,75 |
= 33,75 meter

4) Jarak departemen G ke B melewati departemen E maka perhitungan sebagai berikut:
dge =| Xg - Xe |+| Yg - Ye|
=| 83 - 35 |+| 65,5 - 65,5 |
= 48 meter
deb =| Xe - Xb |+| Ye - Yb|
=| 39 - 35|+| 65,5 - 35,75 |
= 33,75 meter
Jarak departemen G ke B = dge + deb = 81,75 meter

5) Jarak departemen H ke I melewati departemen D maka perhitungan sebagai berikut:
dhd =| Xh - Xd |+| Yh - Yd|
=| 105 - 105 |+| 53,5 - 26,25 |
= 27,25 meter
ddi =| Xd - Xi |+| Yd - Yi|
=| 105 - 93 |+| 26,25 - 6 |
= 32,25 meter

Jarak departemen H ke I = dgc + dbc = 59,50 meter

6) Jarak departemen I ke K melewati departemen J maka perhitungan sebagai berikut:

dij =| Xi - Xj |+| Yi - Yj|

=| 93 - 63 |+| 6 - 6 |

= 30 meter

djk =| Xj - Xk |+| Yj - Yk|

=| 63 - 45 |+| 6 - 6 |

= 18 meter

Jarak departemen I ke K = dij + djk = 48 meter

7) Jarak departemen K ke J

dkj =| Xk - Xj|+| Yk - Yj

=| 45 - 63 |+| 6 - 6|

= 18 meter

8) Jarak departemen J ke M

djm =| Xj - Xm|+| Yj - Ym

=| 63 - 76 |+| 6 - 25,75|

= 32,75 meter

Jarak departemen J ke B melewati departemen N maka perhitungan sebagai berikut:

djn =| Xj - Xn |+| Yj - Yn|

=| 63 - 35 |+| 6 - 6 |

= 28 meter

dnb =| Xn - Xb |+| Yn - Yb|

=| 35 - 35 |+| 6 - 35,75 |

= 29,75 meter

Jarak departemen J ke B = djn + dnb = 57,75 meter

9) Jarak departemen M ke C

dmc =| Xm - Xc|+| Ym - Yc

=| 76 - 76 |+| 25,75 - 44,5 |

= 18,75 meter

10) Jarak departemen C ke B

dcb =| Xc - Xb|+| Yc - Yb

=| 76 - 35 |+| 44,5 - 35,75 |

= 49,75 meter

11) Jarak departemen B ke L melewati departemen A maka perhitungan sebagai berikut:

dba =| Xb - Xa |+| Yb - Ya|

=| 35 - 18 |+| 35,75 - 65,5 |

= 12,75 meter

dal =| Xa - Xl |+| Ya - Yl|

=| 18 - 18 |+| 65,5 - 120,25 |

= 54,75 meter

Jarak departemen B ke L = djn + dnb = 67,50 meter

12) Jarak departemen L ke A

dla =| Xl - Xa |+| Yl - Ya|

=| 18 - 12 |+| 120,25 - 65,5 |

= 60,75 meter

4.2.3. Perhitungan *Material* yang Disiapkan

Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan jumlah *material* yang harus di siapkan sebagai input untuk perhitungan ongkos *material handling*. Adapun data yang digunakan adalah data dari *activity process chart* seperti waktu proses, *scrap* yang dihasilkan dari tiap departemen. Berikut ini perhitungan manualnya (Robecca,

Julian. S.T,.M.T. (2014). Panduan Praktikum Perancangan Tata Letak Fasilitas. *Routing Sheet*, 21 -22.):

1) Perhitungan pada O-11 & I-5

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$

$= \frac{60 \text{ menit}}{96} = 0{,}625$ unit/ jam

Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 0,625

Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)

= 0,625 / (1 - 0%)

= 0,625

2) Perhitungan pada O-10

Kapasitas *Departemen* (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$

$= \frac{60 \text{ menit}}{168} = 0{,}357$ unit/ jam

Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 0,357

Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)

= 0,357 / (1 - 0%)

= 0,357

3) Perhitungan pada O-9

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$

$= \frac{60 \text{ menit}}{744} = 0{,}081$ unit/ jam

Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 0,081

Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)

= 0,081 / (1 - 20%)

= 0,101

4) Perhitungan pada O-8

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$

$= \frac{60 \text{ menit}}{24} = 2{,}5$ unit/ jam

Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 2,5

Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)
= 2,5 / (1 - 0%)
= 2,5

5) Perhitungan pada I-4

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$
$= \frac{60 \text{ menit}}{288} = 0{,}208$ unit/ jam
Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 0,208
Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)
= 0,208 / (1 - 0%)
= 0,21

6) Perhitungan pada I-3

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$
$= \frac{60 \text{ menit}}{24} = 2{,}5$ unit/ jam
Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 2,5
Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)
= 2,5 / (1 - 0%)
= 2,5

7) Perhitungan pada O-7

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$
$= \frac{60 \text{ menit}}{48} = 1{,}25$ unit/ jam
Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 1,25
Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)
= 1,25/ (1 - 0%)
= 1,25

8) Perhitungan pada O-6

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$
$= \frac{60 \text{ menit}}{48} = 1{,}25$ unit/ jam
Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 1,25

Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)
= 1,25/ (1 - 0%)
= 1,25

9) Perhitungan pada O-5

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$
$= \frac{60 \text{ menit}}{72} = 0{,}833$ unit/ jam
Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 0,833
Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)
= 0,833 / (1 - 0%)
= 0,833

10) Perhitungan pada O-4

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$
$= \frac{60 \text{ menit}}{768} = 0{,}078$ unit/ jam
Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 0,078
Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)
= 0,078 / (1 - 0%)
= 0,078

11) Perhitungan pada O-3 dan I-2

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$
$= \frac{60 \text{ menit}}{384} = 0{,}156$ unit/ jam
Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 0,156
Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)
= 0,156 / (1 – 12,50%)
= 0,178

12) Perhitungan pada O-2 dan I-1

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$
$= \frac{60 \text{ menit}}{24} = 2{,}5$ unit/ jam
Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 2,5

Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)

= 2,5 / (1 – 3%)

= 2,577

13) Perhitungan pada O-1

Kapasitas Departemen (mesin) (unit/jam) $= \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu proses dalam jam}}$

$= \frac{60 \text{ menit}}{72} = 0{,}833$ unit/ jam

Bahan yang dibutuhkan (DM) = Kapasitas WS = 0,833

Bahan yang disiapkan (DS) = DM / (1 - % scrap)

= 0,833 / (1 – 16,27%)

= 0,995

Tabel 4.10. Data perhitungan *material* yang disiapkan dengan menggunakan metode perhitungan *routing sheet*.

Tabel 4.10. Perhitungan *material* yang disiapkan

No	Operasi	WS	Waktu Operasi (Jam)	Kapasitas WS (unit/jam)	Scrap	Bahan yang disiapkan
1	O-11 & I-5	Test Cell	96	0,625	0%	0,625
2	O-10	*Engine Area*	168	0,357	0%	0,357
3	O-9	*Machine Shop*	744	0,081	20%	0,101
4	O-8	Staging *Area*	24	2,500	0%	2,500
5	I-4	Central Inspection	288	0,208	0%	0,208
6	I-3	NDT *Area*	24	2,500	0%	2,500
7	O-7	*Mechanical Cleaning Area*	48	1,250	0%	1,250
8	O-6	*Chemical Cleaning Area*	48	1,250	0%	1,250
9	O-5	*Engine Area*	72	0,833	0%	0,833
10	O-4	*Control Accessories Area*	768	0,078	0%	0,078
11	O-3 & I-2	*Accessories Cleaning* & Inspection *Area*	384	0,156	12,50%	0,178
12	O-2 & I-1	*Engine Area*	24	2,500	3%	2,577
13	O-1	*Engine Area*	72	0,833	16,27%	0,995

4.2.4. Perhitungan Ongkos *Material handling* Per Meter Gerakan

Untuk menghitung besaran ongkos *material handling* per meter gerakan dibutuhkan beberapa data penujang, yaitu *man hours* sebesar Rp 464.620,- dan alat angkut *hand fallet* bernilai Rp. 2.500.000,- dengan umur ekonomis 10 tahun, sedangkan untuk alat angkut *forklift* bernilai Rp. 180.000.000,- dengan umur ekonomis 20 tahun.

Untuk mendapatkan besaran ongkos *material handling* per meter, dilakukan perhitungan sebagai berikut (Kurniawan, Lingga. 2010):

- Ongkos *material handling* untuk manusia dikonversikan kedalam satuan detik kemudian dikalikan 3 detik per meter gerakan.

  Upah Operator/ detik $= \frac{\text{Upah Operator/jam}}{\text{3600 detik}}$

  $= \frac{\text{Rp 464. 620/man hours}}{\text{3600}}$ = Rp 129,06 /detik

  OMH Manusia = Upah Operator x 3 detik per meter

  = Rp 129,06 x 3 detik per meter

  = **Rp 387,18 per meter**

- Ongkos *material handling* untuk *hand fallet* dikonversikan kedalam satuan detik kemudian dikalikan 4 detik per meter geraknya.

  Depresiasi *hand fallet*/ detik $= \frac{\text{Harga Alat Angkut}}{\text{Umur pakai x 1 tahun hari kerja}}$

  $= \frac{\text{Rp 2.500.000}}{\text{10 Tahun x 12 bulan x 22 hari x 8 jam x 60 menit x 60 detik}}$

  = Rp 0,033 /detik

  OMH *Hand Fallet* = (Upah Operator + Depresiasi *hand fallet*) x 4 detik/meter

  = (Rp 129,06 + Rp 0,033) x 4 detik/meter

  = **Rp 516,38 per meter**

- Ongkos *material handling* untuk *forklift* dikonversikan kedalam satuan detik kemudian dikalikan 5 detik per meter geraknya.

  Depresiasi *Forklift*/ detik $= \frac{\text{Harga Alat Angkut}}{\text{Umur pakai x 1 tahun hari kerja}}$

  $= \frac{\text{Rp 180.000.000}}{\text{20 Tahun x 12 bulan x 22 hari x 8 jam x 60 menit x 60 detik}}$

  = Rp 1,184 per detik

  BBM $= \frac{\text{Rp 880.000/bulan}}{\text{22 hari x 8 jam x 60 menit x 60 detik}}$ = Rp 1,39 per detik

  OMH *Forklift* = (Upah Operator + Depresiasi *forklift* + BBM) x 5 detik/meter

  = (Rp 129,06 + Rp 1,184 + Rp 1,39) x 5 detik/meter

  = **Rp 658,17 per meter**

Data ongkos *material handling* berdasarkan perhitungan ongkos *material handling* per meter gerak untuk setiap alat angkut dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Ongkos *material handling* per meter gerak

Alat Angkut	OMH (Rp/m)
Manusia	387,18
Hand Fallet	516,38
Forklift	658,17

4.2.5. Ongkos *Material handling*

Untuk mendapatkan nilai ongkos *material handling* yang dialami *material*, peneliti melakukan perhitungan dari *input* data yang diperoleh berupa produksi/jam, berat bentuk *material*, luas tiap *departemen*, jarak antar *departemen*, jenis alat angkut yang digunakan, dan ongkos *materila handling* per meter gerakan.

Perhitungan Ongkos *Material Handling*

1. Perhitungan *Receiving* ke *Engine Area* (Proses *Disassembly*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,995
   - Berat bentuk = 300 kg
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,99 x 300 Kg
     = 298,5 Kg
   - Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 298,5 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 52,75 meter
   - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
     = Rp 658,17 x 52,75 meter
     = Rp 34.718,47

2. Perhitungan *Engine Area* ke *Engine Area* (Proses *Dirt Inspection*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 2,577
   - Berat bentuk = 300 kg
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 2,577 x 300 Kg

= 773,1 Kg

- Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 773,1 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
- Jarak angkut = 0 meter
- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 658,17 x 0 meter
  = Rp 0

3. Perhitungan *Engine Area* ke *Accessories Cleaning Inspection Area* (Proses *Cleaning Inspection*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,178
   - Berat bentuk = 48 kg
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,178 x 48 Kg
     = 8,544 Kg
   - Alat Angkut = Manusia, karena berat total *material* 8,544 Kg < 15 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 387,18 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 33,75 meter
   - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
     = Rp 387,18 x 33,75 meter
     = Rp 13.067,33

4. Perhitungan *Engine Area* ke *Chemical Cleaning Area* (Proses *Chemical Cleaning*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 1,25
   - Berat bentuk = 252 kg
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 1,25 x 252 Kg
     = 315 Kg
   - Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 315 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 87,75 meter

- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 658,17 x 87,75 meter
  = Rp 57.754,42

5. Perhitungan *Accessories Cleaning Inspection Area* ke *Control Accessories Area* (Proses *Assembly* & *Test Part Accessories*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,078
   - Berat bentuk = 4,45 kg (total part)
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,078 x 4,45 Kg
     = 0,347 Kg
   - Alat Angkut = Manusia, karena berat total *material* 0,348 Kg < 15 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 387,18 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 44 meter
   - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
     = Rp 387,18 x 44 meter
     = Rp 17.035,92

6. Perhitungan *Accessories Cleaning Inspection Area* ke *Engine Area* (Proses Sub *Assembly part*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,833
   - Berat bentuk = 43,55 kg (total part)
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,833 x 43,55 Kg
     = 36,277 Kg
   - Alat Angkut = *Hand Fallet*, karena berat total *material* 36,277 Kg < 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 516,38 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 33,75 meter
   - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
     = Rp 516,38 x 33,75 meter
     = Rp 17.427,83

7. Perhitungan *Control Accessories Area* & *Engine Area* (Proses Sub *Assembly part*Sub *Assembly part*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,833
   - Berat bentuk = 4,45 kg (total part)
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,833 x 4,45 Kg
     = 3,707 Kg
   - Alat Angkut = Manusia, karena berat total *material* 3,707 Kg < 15 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 387,18 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 81,75 meter
   - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
     = Rp 387,18 x 81,75 meter
     = Rp 31.651,97

8. Perhitungan *Chemical Cleaning Area* & *Mechanical Cleaning Area* (Proses *Mechanical Cleaning*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 1,25
   - Berat bentuk = 252 kg
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 1,25 x 252 Kg
     = 315 Kg
   - Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 315 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 59,5 meter
   - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
     = Rp 658,17 x 59,5 meter
     = Rp 39.161,12

9. Perhitungan *Mechanical Cleaning Area* ke NDT *Area* (Proses *Non-destructive Inspection*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 2,5
   - Berat bentuk = 252 kg

- Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 2,5 x 252 Kg
  = 630 Kg
- Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 630 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
- Jarak angkut = 48 meter
- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 658,17 x 48 meter
  = Rp 31.592,16

10. Perhitungan NDT *Area* ke *Central Inspection* (Proses *Component Inspection*)

- Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,208
- Berat bentuk = 252 kg (total part)
- Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,208 x 252 Kg
  = 52,416 Kg
- Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 52,416 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
- Jarak angkut = 18 meter
- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 658,17 x 18 meter
  = Rp 11.847,06

11. Perhitungan *Central Inspection* ke *Repair Satging Area* (Proses *Supply Part*)

- Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 2,5
- Berat bentuk = 54,937 kg (total part)
- Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 2,5 x 54,937 Kg
  = 137,343 Kg
- Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 137,343 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
- Jarak angkut = 32,75 meter

- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 658,17 x 32,75 meter
  = Rp 21.555,07

12. Perhitungan *Central Inspection* ke *Engine Area* (Proses *Assembly*)
    - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,357
    - Berat bentuk = 197,06 kg
    - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,357 x 197,06 Kg
      = 70,35 Kg
    - Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 70,35 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
    - Jarak angkut = 57,75 meter
    - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
      = Rp 658,17 x 57,75 meter
      = Rp 38.099,32

13. Perhitungan *Repair Staging Area* ke *Machine Shop* (Proses *Repair*)
    - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,101
    - Berat bentuk = 54,937 kg (total part)
    - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,101 x 54,937 Kg
      = 5,549 Kg
    - Alat Angkut = Manusia, karena berat total *material* 5,549 Kg < 15 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 387,18 /meter gerak.
    - Jarak angkut = 18,75 meter
    - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
      = Rp 387,18 x 18,75 meter
      = Rp 7.259,63

14. Perhitungan *Machine Shop* ke *Engine Area* (Proses *Assembly*)
    - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,357

- Berat bentuk = 54,937 kg (total part)
- Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,357 x 54,937 Kg
  = 19,613 Kg
- Alat Angkut = *Hand fallet*, karena berat total *material* 19,613 Kg < 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 516,38 /meter gerak.
- Jarak angkut = 49,75 meter
- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 516,38 x 49,75 meter
  = Rp 25.689,91

15. Perhitungan *Engine Area* ke *Test Cell* (Proses *Engine Test*)

- Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,625
- Berat bentuk = 300 kg (total part)
- Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,625 x 300 Kg
  = 187,5 Kg
- Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 187,5 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
- Jarak angkut = 67,5 meter
- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 658,17 x 67,5 meter
  = Rp 44.426,48

16. Perhitungan *Test Cell* & *Shipping* (Proses Pengiriman)

- Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,625
- Berat bentuk = 300 kg (total part)
- Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,625 x 300 Kg
  = 187,5 Kg
- Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 187,5 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
- Jarak angkut = 60,75 meter

- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 658,17 x 60,75 meter
  = Rp 39.983,83

Setelah melakukan perhitungan ongkos *material handling* antar departemen, kemudian didapatkan total ongkos *material handling* yaitu sebesar **Rp 431.180,47**,- Data rekapitulasi perhitungan ongkos *material handling* dapat dilihat pada tabel 4.12. pada halaman 73.

4.2.6. *From To Chart*

Gambaran tentang beberapa total ongkos *Material handling* dari satu departemen ke departemen lainya. Sehingga dari peta ini dapat terlihat ongkos *material handling* secara keseluruhan. Gambaran *from to chart* terdapat pada tabel 4.13. pada halaman 76.

4.2.7. *Inflow* dan *Outflow*

Inflow dan *outflow* merupakan perhitungan untuk mencari koefisien ongkos yang masuk dan keluar dari suatu departemen ke beberapa departemen lain. Berikut perhitungan manual *inflow* dan *outflo*:

1) Perhitungan *Receiving* ke *Engine Area*

   Inflow

   Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
   = 34718,47 / 147497,48 = 0,24

   Outflow

   Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC
   = 34718,47 / 115248,2 = 0,30

2) Perhitungan *Engine Area* ke *Engine Area*

   Inflow

   Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
   = 0 / 147497,48 = 0

(perhitungan manual lanjutan pada halaman 77)

Tabel 4.12. Perhitungan ongkos *material handling*

Dari (Simbol)	Ke (Simbol)	Nama Komponen	Produksi / jam	Berat Bentuk (Kg)	Berat Total (Kg)	Alat Angkut	OMH (Rp/m)	Jarak (M)	Total Ongkos (Rp)
Receiving (A)	*Engine Area* (B)	*Engine* CT7	0,995	300	298,5	Forklift	658,17	52,75	34.718,47
Engine Area (B)	*Engine Area* (B)	*Engine* CT7	2,577	300	773,196	Forklift	658,17	0	-
Engine Area (B)	*Accessories Cleaning* & Inspection *Area* (E)	*Accessories Engine* CT7	0,178	48	8,544	Manuisa	387,18	33,75	13.067,33
	Chemical Cleaning (H)	Part *Engine* CT7	1,25	252	315	Forklift	658,17	87,75	57.754,42
Accessories Cleaning & Inspection *Area* (E)	*Control Accessories Area* (G)	Pupm Duel Boost	0,078	0,3	0,023				
		Fuel Injector		0,5	0,039				
		Switch-Fuel Pressure		0,3	0,023				
		Stator Alternator (Post Sb 74-20)		0,1	0,008				
		Green Cable		0,05	0,004				
		Cable Assembly		0,05	0,004				
		Cable Assy W-4 Yellow Electrical		0,05	0,004				
		Lead Electrical Ignition		0,5	0,039				
		Exciter Ignition		0,65	0,051				
		Thermocouple Assy		1	0,078				
		Sensor		0,25	0,02				
		Coller Lube Oil		0,1	0,008				
		Detector Oil Temperature		0,6	0,047				
	Jumlah			4,45	0,347	Manuisa	387,18	44	17.035,92
	Engine Area (B)	*Accessories* Condition OK	0,833	43,55	36,277	Hand Fallet	516,38	33,75	17.427,83
Control Accessories Area (G)	*Engine Area* (B)	Pupm Duel Boost	0,833	0,3	0,25				
		Fuel Injector		0,5	0,417				
		Switch-Fuel Pressure		0,3	0,25				
		Stator Alternator (Post Sb 74-20)		0,1	0,083				
		Green Cable		0,05	0,042				
		Cable Assembly		0,05	0,042				
		Cable Assy W-4 Yellow Electrical		0,05	0,042				
		Lead Electrical Ignition		0,5	0,417				
		Exciter Ignition		0,65	0,541				
		Thermocouple Assy		1	0,833				
		Sensor		0,25	0,208				
		Coller Lube Oil		0,1	0,083				
		Detector Oil Temperature		0,6	0,5				
	Jumlah			4,45	3,707	Manuisa	387,18	81,75	31.651,97

Dari (Simbol)	Ke (Simbol)	Nama Komponen	Produksi / jam	Berat Bentuk (Kg)	Berat Total (Kg)	Alat Angkut	OMH (Rp/m)	Jarak (M)	Total Ongkos (Rp)
Chemical Cleaning Area (H)	*Mechanical Cleaning Area* (I)	Part *Engine* CT7	1,25	252	315	Forklift	658,17	59,5	39.161,12
Mechanical Cleaning Area (I)	NDT *Area* (K)	Part *Engine* CT7	2,50	252	630	Forklift	658,17	48	31.592,16
NDT *Area* (K)	*Central Inspection* (J)	Part *Engine* CT7	0,208	252	52,416	Forklift	658,17	18	11.847,06
Central Inspection (J)	*Repair Staging Area* (M)	Filter Fuel	2,5	0,15	0,38				
		Pump		0,25	0,63				
		Seal-No.1 Carbon Sb72-372		0,01	0,03				
		Casing Seal		6	15				
		Housing-Front Gearbox		15	37,5				
		Support Assy-Stg 1 & 2 Shroud		2,5	6,25				
		Cover		3	7,5				
		Shield		4	10				
		Cowl-Turbine Case Sb72-267		5	12,5				
		Duct Outer Turbine		4	10				
		Ring Seal		0,001	0				
		Ring		0,001	0				
		Retainer Anti Icing Seal		0,015	0,04				
		Impeller-30 Degree Bcc Sb72-325		0,5	1,25				
		Blade Disk Stg.#1 Compr.Sb72-0300		0,01	0,03				
		Stg 3 & 4 Blisk		1	2,5				
		Case Diffuser		10	25				
		Plate Stg 2 Trb Aft Cooling		1,5	3,75				
		Housing No 1 & 2 Bearing		2	5				
	Jumlah			54,937	137,36	Forklift	658,17	32,75	21.555,07
	Engine Area (B)	*Engine* Condition OK	0,36	197,06	70,35	Forklift	658,17	57,75	38.009,32
Repair Staging Area (M)	*Machine Shop* (C)	Filter Fuel	0,101	0,15	0,02				
		Pump		0,25	0,03				
		Seal-No.1 Carbon Sb72-372		0,01	0				
		Casing Seal		6	0,61				
		Housing-Front Gearbox		15	1,52				
		Support Assy-Stg 1 & 2 Shroud		2,5	0,25				
		Cover		3	0,3				
		Shield		4	0,41				
		Cowl-Turbine Case Sb72-267		5	0,51				
		Duct Outer Turbine		4	0,41				
		Ring Seal		0,001	0				

Dari (Simbol)	Ke (Simbol)	Nama Komponen	Produksi / jam	Berat Bentuk (Kg)	Berat Total (Kg)	Alat Angkut	OMH (Rp/m)	Jarak (M)	Total Ongkos (Rp)
Repair Staging Area (M)	*Machine Shop* (C)	Ring	0,101	0,001	0				
		Retainer Anti Icing Seal		0,015	0				
		Impeller-30 Degree Bcc Sb72-325		0,5	0,05				
		Blade Disk Stg.#1 Compr.Sb72-0300		0,01	0				
		Stg 3 & 4 Blisk		1	0,1				
		Case Diffuser		10	1,01				
		Plate Stg 2 Trb Aft Cooling		1,5	0,15				
		Housing No 1 & 2 Bearing		2	0				
	Jumlah			54,937	5,57	Manuisa	387,18	18,75	7.259,63
Machine Shop (C)	*Engine Area* (B)	Filter Fuel	0,36	0,15	0,05				
		Pump		0,25	0,09				
		Seal-No.1 Carbon Sb72-372		0,01	0				
		Casing Seal		6	2,14				
		Housing-Front Gearbox		15	5,36				
		Support Assy-Stg 1 & 2 Shroud		2,5	0,89				
		Cover		3	1,07				
		Shield		4	1,43				
		Cowl-Turbine Case Sb72-267		5	1,79				
		Duct Outer Turbine		4	1,43				
		Ring Seal		0,001	0				
		Ring		0,001	0				
		Retainer Anti Icing Seal		0,015	0,01				
		Impeller-30 Degree Bcc Sb72-325		0,5	0,18				
		Blade Disk Stg.#1 Compr.Sb72-0300		0,01	0				
		Stg 3 & 4 Blisk		1	0,36				
		Case Diffuser		10	3,57				
		Plate Stg 2 Trb Aft Cooling		1,5	0,54				
		Housing No 1 & 2 Bearing		2	0,71				
	Jumlah			54,937	19,62	Hand Fallet	516,38	49,75	25.689,91
Engine Area (B)	Test Cell (L)	*Engine* CT7	0,63	300	187,5	Forklift	658,17	67,5	44.426,48
Test Cell (L)	*Shipping* (P)	*Engine* CT7	0,63	300	187,5	Forklift	658,17	60,75	39.983,83
Total Ongkos *Material Handling*									**431.180,47**

Tabel 4.13. *From to chart*

From To Chart																	
Ke / Dari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	**Total**
A		34718,47															**34718,47**
B		0			13067,33			57754,42				44426,48					**115248,2**
C		25689,91															**25689,91**
D																	**0**
E		17427,83					17035,92										**34463,75**
F																	**0**
G		31651,97															**31651,97**
H									39161,12								**39161,12**
I											31592,16						**31592,16**
J		38009,32											21555,07				**59564,39**
K										11847,06							**11847,06**
L																39983,8	**39983,83**
M			7259,63														**7259,625**
N																	**0**
O																	**0**
P																	**0**
Total		**147497,48**	**7259,63**	**0**	**13067,33**	**0,00**	**17035,92**	**57754,42**	**39161,12**	**11847,06**	**31592,16**	**44426,48**	**21555,07**	**0,00**	**0,00**	**39983,83**	**431180,5**

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC

= 0 / 115248,2 = 0

3) Perhitungan *Engine Area* ke *Accessories Cleaning* & *Inspection*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC

= 13067,33 / 13067,33 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC

= 13067,33 / 34463,75 = 0,38

4) Perhitungan *Engine Area* ke *Chemical Cleaning*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC

= 57754,42 / 57754,42 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC

= 57754,42 / 39161,12 = 1,47

5) Perhitungan *Engine Area* ke *Test Cell*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC

= 44426,48 / 44426,48 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC

= 44426,48 / 39983,8 = 1,11

6) Perhitungan *Machine Shop* ke *Engine Area*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC

= 25689,91 / 147497,48 = 0,17

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC
= 25689,91 / 115248,2 = 0,22

7) Perhitungan *Accessories Cleaning* & *Inspection* ke *Engine Area*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
= 17427,83 / 147497,48 = 0,12

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC
= 17427,83 / 115248,2 = 0,15

8) Perhitungan *Accessories Cleaning* & *Inspection* ke *Control Accessories Area*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
= 17035,92 / 17035,92 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC
= 17035,92 / 31651,97 = 0,54

9) Perhitungan *Control Accessories Area* ke *Engine Area*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
= 31651,97 / 376769,01 = 0,21

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC
= 31651,97 / 115248,2 = 0,27

10) Perhitungan *Chemical Cleaning* ke *Mechanical Cleaning*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
= 39161,12 / 39161,12 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC
= 39161,12 / 31592,16 = 1,24

11) Perhitungan *Mechanical Cleaning* ke NDT

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
= 31592,16 / 31592,16 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC
= 31592,16 / 11847,06 = 2,67

12) Perhitungan *Central Inspection* ke *Engine Area*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
= 38009,32 / 147497,48 = 0,26

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC
= 38009,32 / 115248,2 = 0,33

13) Perhitungan *Central Inspection* ke *Repair Staging Area*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
= 21555,07 / 21555,07 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC
= 21555,07 / 7259,625 = 2,97

14) Perhitungan NDT ke *Central Inspection*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC
= 11847,06 / 11847,06 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC

= 11847,06 / 59564,39 = 0,20

15) Perhitungan *Test Cell* ke *Shipping*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC

= 39983,8 / 39983,8 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC

= 39983,8 / 39983,8 = 1

16) Perhitungan *Repair Staging Area* ke *Machine Shop*

Inflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Masuk (to) FTC

= 7259,63 / 7259,63 = 1

Outflow

Nilai koefisien ongkos = Ongkos FTC / Total Ongkos Keluar (to) FTC

= 7259,63 / 25689 = 0,28

Data koefisien ongkos yang masuk ditunjukan pada tabel 4.14.

Tabel 4.14. Inflow

Inflow																	
Ke / Dari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	**Total**
A		0,24															**0,24**
B		0			1			1				1					**3**
C		0,17															**0,17**
D																	**0**
E		0,12					1										**1,12**
F																	**0**
G		0,21															**0,21**
H									1								**1**
I											1						**1**
J		0,26											1				**1,26**
K										1							**1**
L																1	**1**
M			1														**1**
N																	**0**
O																	**0**
P																	**0**
Total		**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**11**

Data koefisien ongkos yang keluar ditunjukan pada tabel 4.15.

Tabel 4.15. *Outflow*

Outflow																	
Ke / Dari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	**Total**
A		0,30															**0,30**
B		0			0,38			1,47				1,11					**2,97**
C		0,22															**0,22**
D																	**0**
E		0,15					0,54										**0,69**
F																	**0**
G		0,27															**0,27**
H									1,24								**1,24**
I											2,67						**2,67**
J		0,33											2,97				**3,30**
K										0,20							**0,20**
L																1	**1**
M			0,28														**0,28**
N																	**0**
O																	**0**
P																	**0**
Total		**1,28**	**0,28**	**0**	**0,38**	**0**	**0,54**	**1,47**	**1,24**	**0,20**	**2,67**	**1,11**	**2,97**	**0**	**0**	**1**	**13,14**

4.2.8. Tabel Skala Prioritas (TSP)

Tabel ini menggambarkan urutan prioritas antar departemen dalam satu lintasan produksi yang diperoleh dari perhitungan koefisien ongkos yang keluar (*outflow*). Koefisien dengan nilai tertinggi menjadi prioritas pertama.

Tabel 4.16. Skala prioritas

Tabel Skala Prioritas					
Departemen	Prioritas				
	1	2	3	4	5
Receiving (A)	*Enggine Area* (B)				
Enggine Area (B)	*Chemical Cleaning* (H)	*Test Cell* (L)	*Accessories Cleaning & Inspection* (E)	*Enggine Area* (B)	
Machine Shop (C)	*Enggine Area* (B)				
Welding (D)					
Accessories Cleaning & Inspection (E)	*Control Accsesories Area* (G)	*Engine Area* (B)			
Accessories Accumulation (F)					
Control Accsesories Area (G)	*Enggine Area* (B)				
Chemical Cleaning (H)	*Mechanical Cleaning* (I)				
Mechanical Cleaning (I)	*NDT* (K)				
Central Inspection (J)	*Repair Staging Area* (M)	*Enggine Area* (B)			
NDT (K)	*Central Inspection* (J)				
Test Cell (L)	*Shipping* (P)				
Repair Staging Area (M)	*Machine Shop* (C)				
Accumulation (N)					
Sollar Area (O)					
Shipping (P)					

4.3. Usulan Perbaikan *Material handling*

Setelah melakukan perhitungan ongkos *material handling* terhadap sistem *material handling* di lantai produksi PT Nusantara Turbin dan Propulsi, didapat ongkos perpindahan *material* keseluruhan dari satu departemen ke departemen lainya sebesar Rp **431.180,47,-**.

Untuk mendapatkan usulan perbaikan terhadap sistem *material handling* di PT Nusantara Turbin dan Propulsi, peneliti mencoba meminimasi ongkos *material handling* diatas dengan merubah *layout* atau tata letak lantai produksi sesuai dengan asas kedekatan berdasarkan tabel skala prioritas diatas sehingga dapat memperpendek jarak departemen yang saling berhubungan.

4.3.1. Analisis Usulan *Layout*

Peneliti tidak akan merubah *layout* PT NTP sepenuhnya untuk mendapatkan minimasi ongkos *material handling*, karena dibatasi dengan alasan hubungan antar departemen, seperti diantaranya:

1) *Chemical Cleaning* yang bekerja dengan bahan kimia berbahaya maka penempatannya dianjurkan dekat dengan ruang terbuka.
2) *Test Cell* yang berhubungan dengan pengetesan *engine* akan menimbulkan suara bising sehingga departemen ini tidak dianjurkan untuk berdekatan dengan departemen produksi ataupun kantor.
3) *Engine Area* dan *Machine Shop* merupakan departemen utama dan terbesar dilantai produksi, maka penempatanaya sangat cocok berada di tengah lantai produksi untuk memberikan kemudahan dalam pengawasan, urutan proses akan tertata dengan baik, aliran informasi akan tersebar merata.

Karena pertimbangan terhadapap bebera alasan diatas peneliti hanya merubah *layout* beberapa departemen untuk memperpendek jarak sehingga ongkos *material handling* pun dapat diminimasi, diantaranya:

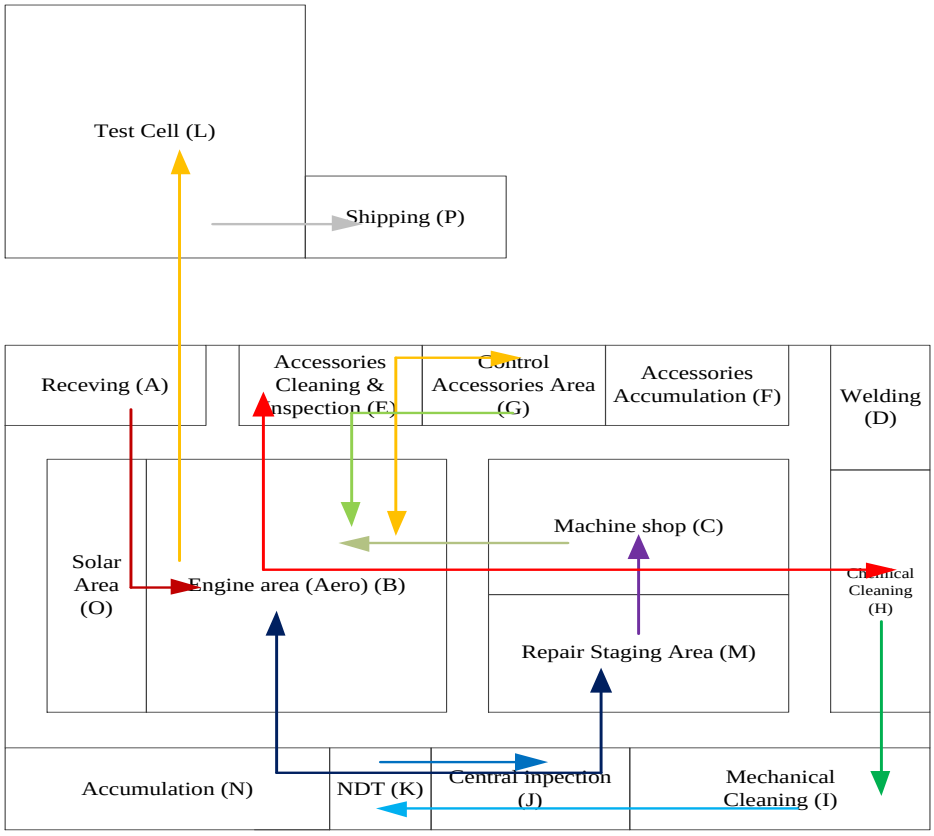
1) *Shipping* dipindahkan berdekatan dengan *test cell*, meskipun *shipping* ini ditempatkan berdekatan dengan *test cell* tidak akan banyak berpengaruh

terhadap kebisingan yang ditimbulkan karena hanya sebagai tempat penyimpanan sementara *engine* untuk selanjutnya dikirim kembali ke konsumen.

2) *Control Accessories Area* dipindahkan diantara *Accessories Cleaning* & *Inspection* dan *Accessories Accumulation*, sehingga dapat memperpendek dua jarak sekaligus yaitu *Control Accessories Area* ke *Engine Area* dan *Accessories Cleaning* & *Inspection* ke *Accessories Accumulation*.
3) *Chemical Cleaning* dipindahkan mendekati *Mechanical Cleaniung*, sehingga dapat memperpendek dua *activity* jarak sekaligus yaitu *Chemical Cleaning* ke *Mechanical Cleaniung* dan *Engine Area* ke *Chemical Cleaning*.

4.3.2. *Layout* Perbaikan

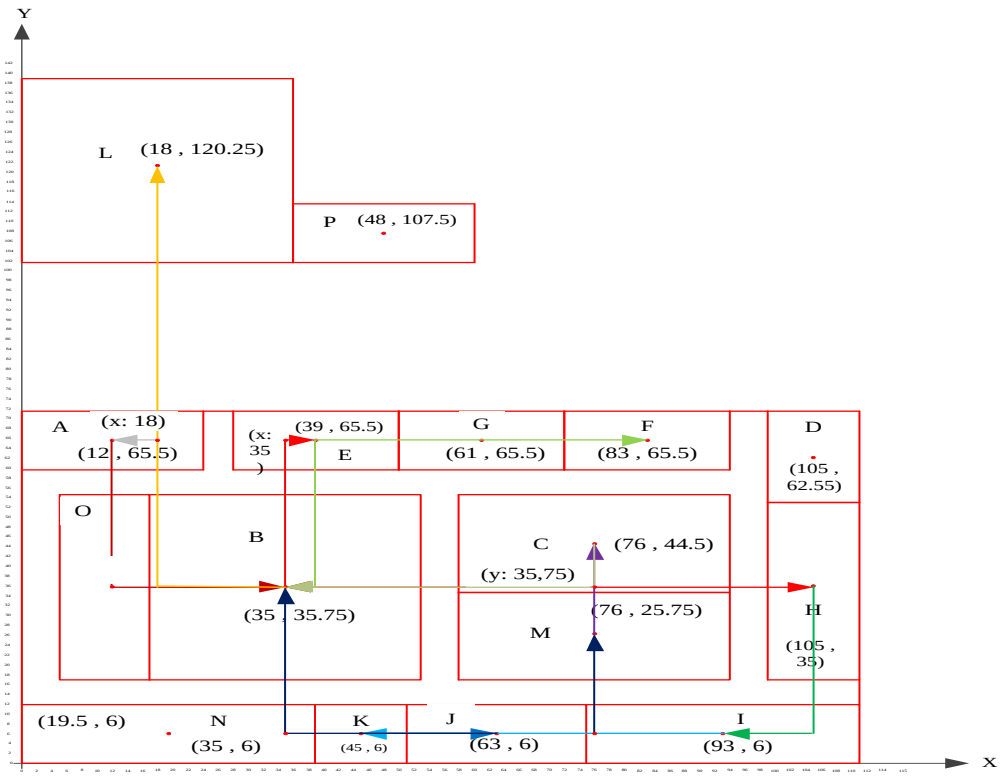
Usulan perbaikan *layout* di lantai produksi PT Nusantara Turbin dan Propulsi berdasarkan analisis usulan *layout* diatas. Dapat dilihat pada gaambar 4.7.



Gambar 4.7. *layout* perbaikan lantai prduksi PT NTP

4.3.3. Perhitungan Jarak Antar Departemen Perbaikan

Perhitungan perbaikan jarak antar departemen masih menggunakan metode *rectilinear* dengan memperhatikan koordinat *centroid* tiap departemen. Berikut koordina *cetroid* dari hasil *layout* perbaikan diatas terlihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. Koordinat *centroid layout* perbaikan

Berdasarkan hasil usulan perbaikan *layout* diatas didapat beberapa koordinat *centroid* departemen baru (*bold*) seperti pada tabel 4.17.

Tabel 4.17. Koordinat *centroid layout* perbaikan

Luas Lantai		**Kordinat Centroid**			
Area	**Simbol**	**X1**	**X2**	**Y1**	**Y2**
Receiving	A	12	18	65,5	-
Engine Area	B	35	-	35,75	-
Machine Shop	C	76	-	44,5	35,75
Welding	**D**	**105**	**-**	**62,55**	**-**
Accessories Cleaning & Inspection	E	39	35	65,5	-
Accessories Accumulation	**F**	**83**	**-**	**65,5**	**-**
Accessories Assembling & Test	**G**	**61**	**-**	**65,5**	**-**
Chemical Cleaning	**H**	**105**	**-**	**35**	**-**
Mechanical Cleaning	I	93	-	6	-

Area	Simbol	X1	X2	Y1	Y2
Central Inspection	J	63	-	6	-
NDT	K	45	-	6	-
Test Cell	L	18	-	120,25	-
Staging Area	M	76	-	25,75	-
Accumulation	N	19,5	35	6	-
Sollar *Area*	O	12	-	35,75	-
Shipping	**P**	**48**	**-**	**107,5**	**-**

Tabel 4.18. Data perbaikan jarak antar departemen menggunakan metode perhitungan *rectilinier* dengan koordinat *centroid* baru.

Tabel 4.18. Jarak anatar departemen perbaikan

Dari	Simbol	Ke	Simbol	Jarak
Receiving	A	*Engine Area*	B	52,75
Engine Area	B	*Engine Area*	B	0
Engine Area	**B**	*Accessories Cleaning* & Inspection *Area*	E	33,75
		Chemical Cleaning Area	**H**	**70,75**
Accessories Cleaning* & Inspection *Area	**E**	***Control Accessories Area***	**G**	**22**
		Engine Area	B	33,75
Control Accessories Area	**G**	***Engine Area***	**B**	**59,75**
Chemical Cleaning Area	**H**	***Mechanical Cleaning Area***	**I**	**41**
Mechanical Cleaning Area	I	NDT *Area*	K	48
NDT *Area*	K	Central Inspection	J	18
Central Inspection	J	*Repair Staging Area*	M	32,75
		Engine Area	B	57,75
Repair Staging Area	M	*Machine Shop*	C	18,75
Machine Shop	C	*Engine Area*	B	49,75
Engine Area	B	*Test Cell*	L	67,50
Test Cell	**L**	***Shipping***	**P**	**17,25**

Perhitungan manual (yang mengalami perubahan jarak) perbaikan jarak antar departemen dengan metode *rectilinear* dengan formula sebagai berikut :

$$dij = |Xi - Xj| + |Yi - Yj|$$

1) Jarak departemen B ke H

dbh =| Xb - Xh |+| Yb - Yh|

=| 35 - 105 |+| 35,75 - 35 |

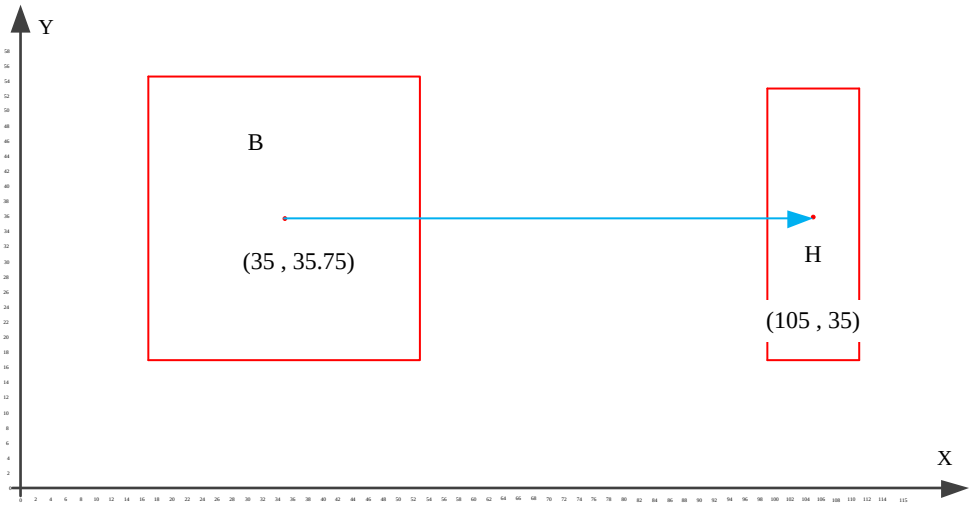
= 70,75 meter

2) Jarak departemen E ke G

deg =| Xe - Xg |+| Ye - Yg|

=| 39 - 61 |+| 65,5 - 65,5 |

= 22 meter



Gambar 4.9. Contoh perhitungan jarak departemen B ke H

3) Jarak departemen G ke B melewati departemen E maka perhitungan sebagai berikut:

dge =| Xg - Xe |+| Yg - Ye|

=| 61 - 35 |+| 65,5 - 65,5 |

= 26 meter

deb =| Xe - Xb |+| Ye - Yb|

=| 39 - 35|+| 65,5 - 35,75 |

= 33,75 meter

Jarak departemen G ke B = dge + deb = 59,75 meter

4) Jarak departemen L ke P

dlp =| Xl - Xp |+| Yl - Yp|

=| 18 - 48 |+| 120,25 - 107,5 |

= 17,25 meter

4.3.4. Ongkos *Material Handling* Perbaikan

Perhitungan ongkos *material handling* perbaikan ini hanya dilakukan terhadap departemen yang mengalami perbaikan, karena terjadi perubahan jarak antar departeman.

Perhitungan Ongkos *Material Handling*

1) Perhitungan *Engine Area* ke *Chemical Cleaning Area* (Proses *Chemical Cleaning*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 1,25
   - Berat bentuk = 252 kg
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 1,25 x 252 Kg
     = 315 Kg
   - Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 315 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 70,75 meter
   - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
     = Rp 658,17 x 70,75 meter
     = Rp 46.565,53

2) Perhitungan *Accessories Cleaning Inspection Area* ke *Control Accessories Area* (Proses *Assembly* & *Test Part Accessories*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,08
   - Berat bentuk = 4,45 kg (total part)
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,08 x 4,45 Kg
     = 0,348 Kg
   - Alat Angkut = Manusia, karena berat total *material* 0,348 Kg < 15 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 387,18 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 22 meter
   - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
     = Rp 387,18 x 22 meter
     = Rp 8.517,96

3) Perhitungan *Control Accessories Area* & *Engine Area* (Proses Sub *Assembly part*Sub *Assembly part*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,83

- Berat bentuk = 4,45 kg (total part)
- Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,83 x 4,45 Kg
  = 3,708 Kg
- Alat Angkut = Manusia, karena berat total *material* 3,708 Kg < 15 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 387,18 /meter gerak.
- Jarak angkut = 59,75 meter
- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 387,18 x 81,75 meter
  = Rp 23.134,01

4) Perhitungan *Chemical Cleaning Area* & *Mechanical Cleaning Area* (Proses *Mechanical Cleaning*)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 1,25
   - Berat bentuk = 252 kg
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 1,25 x 252 Kg
     = 315 Kg
   - Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 315 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.
   - Jarak angkut = 41 meter
   - Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
     = Rp 658,17 x 41 meter
     = Rp 26.984,97

5) Perhitungan *Test Cell* & *Shipping* (Proses Pengiriman)
   - Produksi/ jam = Dari data bahan yang disiapkan = 0,63
   - Berat bentuk = 300 kg (total part)
   - Berat total = Produksi/ jam x Berat Bentuk = 0,63 x 300 Kg
     = 187,5 Kg
   - Alat Angkut = *Forklift*, karena berat total *material* 187,5 Kg > 50 Kg dengan ongkos *material handling* Rp 658,17 /meter gerak.

- Jarak angkut = 17,25 meter
- Total Ongkos = Ongkos *Material handling* (Rp/m) x Jarak Angkut
  = Rp 658,17 x 17,25 meter
  = Rp 11.353,43

Setelah melakukan usulan perbaikan terhadap *layout* pabrikasi PT Nusantara Turbin dan Propulsi didapat ongkos *material handling* menjadi **Rp 362.149,12,-** Data rekapitulasi perhitungan ongkos *material handling* dapat dilihat pada tabel 4.19 . pada halaman 90.

Tabel 4.19. Perhitungan ongkos *material handling* perbaikan

Dari (Simbol)	Ke (Simbol)	Nama Komponen	Produksi / jam	Berat Bentuk (Kg)	Berat Total (Kg)	Alat Angkut	OMH (Rp/m)	Jarak (M)	Total Ongkos (Rp)
Receiving (A)	*Engine Area* (B)	*Engine* CT7	0,995	300	298,5	Forklift	658,17	52,75	34.718,47
Engine Area (B)	*Engine Area* (B)	*Engine* CT7	2,577	300	773,196	Forklift	658,17	0	-
***Engine Area* (B)**	*Accessories Cleaning* & Inspection *Area* (E)	*Accessories Engine* CT7	0,178	48	8,544	Manuisa	387,18	33,75	13.067,33
	***Chemical Cleaning* (H)**	**Part *Engine* CT7**	**1,25**	**252**	**315**	**Forklift**	**658,17**	**87,75**	**46.565,53**
***Accessories Cleaning* & Inspection *Area* (E)**	***Control Accessories Area* (G)**	**Pupm Duel Boost**	**0,078**	**0,3**	**0,023**				
		Fuel Injector		**0,5**	**0,039**				
		Switch-Fuel Pressure		**0,3**	**0,023**				
		Stator Alternator (Post Sb 74-20)		**0,1**	**0,008**				
		Green Cable		**0,05**	**0,004**				
		Cable Assembly		**0,05**	**0,004**				
		Cable Assy W-4 Yellow Electrical		**0,05**	**0,004**				
		Lead Electrical Ignition		**0,5**	**0,039**				
		Exciter Ignition		**0,65**	**0,051**				
		Thermocouple Assy		**1**	**0,078**				
		Sensor		**0,25**	**0,02**				
		Coller Lube Oil		**0,1**	**0,008**				
		Detector Oil Temperature		**0,6**	**0,047**				
	Jumlah			**4,45**	**0,347**	**Manuisa**	**387,18**	**44**	**8.517,96**
	Engine Area (B)	*Accessories* Condition OK	0,833	43,55	36,277	Hand Fallet	516,38	33,75	17.427,83
***Control Accessories Area* (G)**	***Engine Area* (B)**	**Pupm Duel Boost**	**0,833**	**0,3**	**0,25**				
		Fuel Injector		**0,5**	**0,417**				
		Switch-Fuel Pressure		**0,3**	**0,25**				
		Stator Alternator (Post Sb 74-20)		**0,1**	**0,083**				
		Green Cable		**0,05**	**0,042**				
		Cable Assembly		**0,05**	**0,042**				
		Cable Assy W-4 Yellow Electrical		**0,05**	**0,042**				
		Lead Electrical Ignition		**0,5**	**0,417**				
		Exciter Ignition		**0,65**	**0,541**				
		Thermocouple Assy		**1**	**0,833**				
		Sensor		**0,25**	**0,208**				
		Coller Lube Oil		**0,1**	**0,083**				
		Detector Oil Temperature		**0,6**	**0,5**				
	Jumlah			**4,45**	**3,707**	**Manuisa**	**387,18**	**81,75**	**23.134,01**

Dari (Simbol)	Ke (Simbol)	Nama Komponen	Produksi / jam	Berat Bentuk (Kg)	Berat Total (Kg)	Alat Angkut	OMH (Rp/m)	Jarak (M)	Total Ongkos (Rp)
***Chemical Cleaning Area* (H)**	***Mechanical Cleaning Area* (I)**	**Part *Engine* CT7**	**1,25**	**252**	**315**	**Forklift**	**658,17**	**59,5**	**26.984,97**
Mechanical Cleaning Area (I)	NDT *Area* (K)	Part *Engine* CT7	2,50	252	630	Forklift	658,17	48	31.592,16
NDT *Area* (K)	*Central Inspection* (J)	Part *Engine* CT7	0,208	252	52,416	Forklift	658,17	18	11.847,06
Central Inspection (J)	*Repair Staging Area* (M)	Filter Fuel	2,5	0,15	0,38				
		Pump		0,25	0,63				
		Seal-No.1 Carbon Sb72-372		0,01	0,03				
		Casing Seal		6	15				
		Housing-Front Gearbox		15	37,5				
		Support Assy-Stg 1 & 2 Shroud		2,5	6,25				
		Cover		3	7,5				
		Shield		4	10				
		Cowl-Turbine Case Sb72-267		5	12,5				
		Duct Outer Turbine		4	10				
		Ring Seal		0,001	0				
		Ring		0,001	0				
		Retainer Anti Icing Seal		0,015	0,04				
		Impeller-30 Degree Bcc Sb72-325		0,5	1,25				
		Blade Disk Stg.#1 Compr.Sb72-0300		0,01	0,03				
		Stg 3 & 4 Blisk		1	2,5				
		Case Diffuser		10	25				
		Plate Stg 2 Trb Aft Cooling		1,5	3,75				
		Housing No 1 & 2 Bearing		2	5				
	Jumlah			54,937	137,36	Forklift	658,17	32,75	21.555,07
	Engine Area (B)	*Engine* Condition OK	0,36	197,06	70,35	Forklift	658,17	57,75	38.009,32
Repair Staging Area (M)	*Machine Shop* (C)	Filter Fuel	0,101	0,15	0,02				
		Pump		0,25	0,03				
		Seal-No.1 Carbon Sb72-372		0,01	0				
		Casing Seal		6	0,61				
		Housing-Front Gearbox		15	1,52				
		Support Assy-Stg 1 & 2 Shroud		2,5	0,25				
		Cover		3	0,3				
		Shield		4	0,41				
		Cowl-Turbine Case Sb72-267		5	0,51				
		Duct Outer Turbine		4	0,41				
		Ring Seal		0,001	0				

Dari (Simbol)	Ke (Simbol)	Nama Komponen	Produksi / jam	Berat Bentuk (Kg)	Berat Total (Kg)	Alat Angkut	OMH (Rp/m)	Jarak (M)	Total Ongkos (Rp)
Repair Staging Area (M)	*Machine Shop* (C)	Ring	0,101	0,001	0				
		Retainer Anti Icing Seal		0,015	0				
		Impeller-30 Degree Bcc Sb72-325		0,5	0,05				
		Blade Disk Stg.#1 Compr.Sb72-0300		0,01	0				
		Stg 3 & 4 Blisk		1	0,1				
		Case Diffuser		10	1,01				
		Plate Stg 2 Trb Aft Cooling		1,5	0,15				
		Housing No 1 & 2 Bearing		2	0				
	Jumlah			54,937	5,57	Manuisa	387,18	18,75	7.259,63
Machine Shop (C)	*Engine Area* (B)	Filter Fuel	0,36	0,15	0,05				
		Pump		0,25	0,09				
		Seal-No.1 Carbon Sb72-372		0,01	0				
		Casing Seal		6	2,14				
		Housing-Front Gearbox		15	5,36				
		Support Assy-Stg 1 & 2 Shroud		2,5	0,89				
		Cover		3	1,07				
		Shield		4	1,43				
		Cowl-Turbine Case Sb72-267		5	1,79				
		Duct Outer Turbine		4	1,43				
		Ring Seal		0,001	0				
		Ring		0,001	0				
		Retainer Anti Icing Seal		0,015	0,01				
		Impeller-30 Degree Bcc Sb72-325		0,5	0,18				
		Blade Disk Stg.#1 Compr.Sb72-0300		0,01	0				
		Stg 3 & 4 Blisk		1	0,36				
		Case Diffuser		10	3,57				
		Plate Stg 2 Trb Aft Cooling		1,5	0,54				
		Housing No 1 & 2 Bearing		2	0,71				
	Jumlah			54,937	19,62	Hand Fallet	516,38	49,75	25.689,91
Engine Area (B)	Test Cell (L)	*Engine* CT7	0,63	300	187,5	Forklift	658,17	67,5	44.426,48
Test Cell (L)	***Shipping* (A)**	***Engine* CT7**	**0,63**	**300**	**187,5**	**Forklift**	**658,17**	**60,75**	**11.353,43**
Total Ongkos *Material Handling*									**362.149,12**