

BAB II
IDENTIFIKASI PERSOALAN - PERSOALAN DESAIN GEDUNG INDUSTRI
KAROSERI BUS

2.1. LINGKUP INDUSTRI KAROSERI BUS

2.1.1. Pengertian Industri Karoseri Bus.

Industri karoseri merupakan usaha yang membentuk dan merakit bahan dasar (logam, kaca, karet, plastik, cat, dsb), dan komponen setengah jadi (Pick up) untuk dijadikan kendaraan penumpang, melalui beberapa proses (pemotongan, las, press, cat, dsb).⁹ Kendaraan yang menjadi pembahasan disini adalah kendaraan penumpang dengan kategori bus.

2.1.2. Fungsi Karoseri Bus

1. Fungsi Ekonomi.

Dari segi ekonomi karoseri bus adalah sebagai tempat untuk memproduksi karoseri kendaraan bermotor, khususnya bus bagi pasaran dalam negeri, dalam hal ini nilai-nilai komersial ditekankan.

2. Fungsi Sosial.

Fungsi sosial karoseri bus adalah sebagai wadah kegiatan yang dapat memberikan kepuasan bagi tenaga kerja yang bekerja di dalamnya .

3. Fungsi Regional

Dari segi fungsi regional dengan adanya karoseri bus, dapat membantu pertumbuhan daerah, terutama merangsang pertumbuhan perekonomian daerah setempat.

2.1.3. Fungsi dan Kelompok Bangunan

1. Bangunan Pengelola.

Terdiri dari ruang- ruang yang disesuaikan dengan struktur organisasi dan aktifitas yang ada serta ruang – ruang penunjang seperti : perpustakaan, ruang pertemuan/ aula dan ruang arsip. Kelompok bangunan ini mempunyai sifat semi publik sebagai sarana untuk mengelola dan menerima tamu, walaupun demikian pada ruang – ruang tertentu terdapat tuntutan seperti ruang pimpinan.

Persyaratan ruang pengelola sama seperti perkantoran pada umumnya yaitu faktor penerangan, akustik, penghawaan, sanitasi maupun penyelesaian interior.

2. Bangunan Produksi

⁹ Prisma, *Industri Dalam Pembangunan Regional*, 1994

Terdiri dari hall besar yang menampung segala aktifitas produksi. Bangunan memiliki sifat privat atau tertutup untuk orang luar lingkungan industri, sehingga tidak sembarang orang boleh masuk. Semua ruang dibiarkan terbuka kecuali pada ruang top coat, pembuatan perlengkapan interior, dan ruang inspection.

Selain ruang produksi utama, pada karoseri terdapat ruang – ruang pendukung produksi utama yang meliputi laboratorium, dan ruang servis produksi seperti gudang bahan baku, gudang komponen asli, gudang komponen kaca, gudang transit, gudang cat, ruang genset, ruang workshop (bengkel alat), ruang gas, unit jaringan utilitas dan unit pengolahan limbah. Ruang – ruang ini tidak mempunyai persyaratan khusus kecuali laboratorium karena di dalamnya terdapat kegiatan pencampuran, pengenceran, dan tes warna cat kendaraan, yang membutuhkan kebersihan ruang sehingga perangkat kerja terjaga kebersihannya.

3. Bangunan Penunjang

Bangunan penunjang umumnya, mempunyai persyaratan khusus yang disesuaikan dengan fungsinya. Ruang – ruang tersebut diantaranya poliklinik, masjid, koperasi, garasi, ruang penjagaan, kantin dan parkir.

2.1.4. Proses produksi.

1. Proses Produksi.

Tahapan produksi bus ini melalui proses antara lain desain, pembuatan bodi bus, pemasangan bodi, pengecatan, pemasangan interior, pengecatan, dan diakhiri dengan finishing. Proses produksi bus perlu pemasangan kerangka bodi terlebih dahulu dan jenisnya kendaraan besar. Berbeda dengan produk minibus yang bodinya tidak memakai rangka.

Untuk proses produksi bus dapat diuraikan sebagai berikut:

1). *Strip off* (pelepasan suku cadang)

Proses melepas kelengkapan standart dilakukan agar tidak mengganggu selama proses pembentukan karoseri. Kegiatan yang dilakukan adalah pelepasan suku cadang, seperti :

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| 1). Kaca | 10). Door lock. |
| 2). Grill radiator dan rim head lamp. | 11). Roda kemudi |
| 3). Lampu depan dan belakang. | 12). Sakelar tangki |
| 4). Kaca spion. | 13). Dashboard assy. |
| 5). Handle pintu | 14). Perseneling |
| 6). Handle grip | 15). Handle rem. |
| 7). Door trim. | 16). Jok . |
| 8). Weather strip luar dan dalam. | |
| 9). Handle assy regulator. | |

Selama pekerjaan tersebut terlibat kegiatan manusia dengan penggunaan alat bantu seperti obeng, drey tenaga angin dan kunci pass. Berdasar pada tingkat kebisingan yang ditimbulkan area ini memiliki kebisingan 90 dB sehubungan dengan pemakaian mesin-mesin produksi.¹⁰

2). Tahap *Preparation* (Persiapan chasis dan rangka)

Pada tahap ini terdapat persiapan chasis agar dapat menerima komponen yang akan dipasang. Persiapan ini misalnya pemotongan dan pelubangan chasis sebagai tempat menyambung dengan komponen lain yang hendak di pasang. Setelah itu terjadi proses pemasangan rangka kendaraan sebagai dasar perletakan bodi kendaraan.

Kegiatan yang terjadi adalah pengelasan chasis, dan persiapan rangka bus. Peralatan yang digunakan antara lain las listrik, las karbit, bor tangan. Sama dengan tahap pelepasan suku cadang area ini memiliki tingkat kebisingan 90 dB.

3). Tahap *Body Welding* (Perakitan bodi)

Meliputi kegiatan pembuatan bodi kendaraan dengan menggunakan proses manual dan semi otomatis, *sub assy* dengan menggunakan mesin *jig* yaitu untuk menyatukan komponen – komponen kecil untuk di las menjadi satu bagian, mean assy, (penyetelan komponen kendaraan yang terpisah menjadi satu). Masing – masing dilakukan secara berurutan dan di ruang yang terpisah. Namun masih dalam satu bagian.. Setelah itu proses pemasangan bodi bus pada chasis dilakukan.

Pada bagian ini terdapat perlakuan khusus yaitu perlunya sistem peredam pada mesin *jig/* pengepresan, mesin bubut, dan *milling mesin* sebagai akibat dari aktifitas mesin tersebut.. Tingkat skala bunyi yang dihasilkan antara 90 dB – 110 dB, dan

¹⁰ Prasasto Satwiko , *Percangan Bangunan Industri*, 1991

tingkat frekwensi antara 600Hz – 1000Hz sebagai akibat dari pemakaian mesin pembuat komponen.¹¹ Dari segi manusia juga perlu pemakaian alat seperti *head set* sebagai pelindung terhadap bunyi yang secara langsung diterima.

4). Tahap *Polly Putty* (Pendempulan).

Tahap pendempulan ini meliputi kegiatan *metal finish* tahap siap dempul/gosok body., *epoxy primer* (tahap pengecatan dasar untuk perangkat dempul), *Polly Putty* (tahap pemberian dempul kasar), *wet sanding* (tahap pengamplasan basah) dan *epoxy filler* (tahap penyemprotan epoksi dempul). Masing – masing dilakukan di dalam ruang tertentu, namun masih dalam satu bagian.

Pada area ini memiliki tingkat kebisingan antara 90 dB sebagai akibat dari pemakaian alat-alat seperti *spray gun*, amplas, oven, *spray booth*.

5). Tahap *Top Coat* (pengecatan akhir).

Meliputi kegiatan pengecatan di dalam ruangan tertutup, dilanjutkan dengan pengeringan pertama di dalam oven bersuhu 80°C dan pengeringan kedua dengan suhu 60°C. Penggunaan cat di dalam proses ini terlebih dahulu dengan melalui beberapa pengujian di dalam laboratorium yang menggunakan teknologi tinggi, meliputi uji *viskositas* (kekentalan), uji adhesi (uji kelekatan) dan uji kekerasan.

Pada area ini tingkat kebisingannya tidak terlalu bising diantara ruang-ruang lain, karena berada pada ruang tertutup. Kegiatan yang dilakukan antara lain pengujian warna cat, pengecatan dan pengeringan cat. Selain itu, ruang *top coat* dekat dengan laboratorium cat, sehingga perlu perlakuan khusus pada ruang ini terhadap kebisingan yang ditimbulkan pada ruang-ruang disekitarnya.

6). Tahap *Trimming Chassis Finish* (pemasangan komponen akhir).

Di dalam tahap ini, kelengkapan – kelengkapan bus (kelengkapan asli, listrik, interior, kaca, dan karet serta kelengkapan tambahan) dipasang.

Kegiatan yang berlangsung antara lain adalah pemasangan komponen asli, pengelasan finishing, dan pemasangan kelistrikan bus. Ruangan ini memiliki tingkat kebisingan antara 60 – 90 dB sebagai dampak dari pemakaian alat – alat kelistrikan, las, dan alat-alat bengkel.

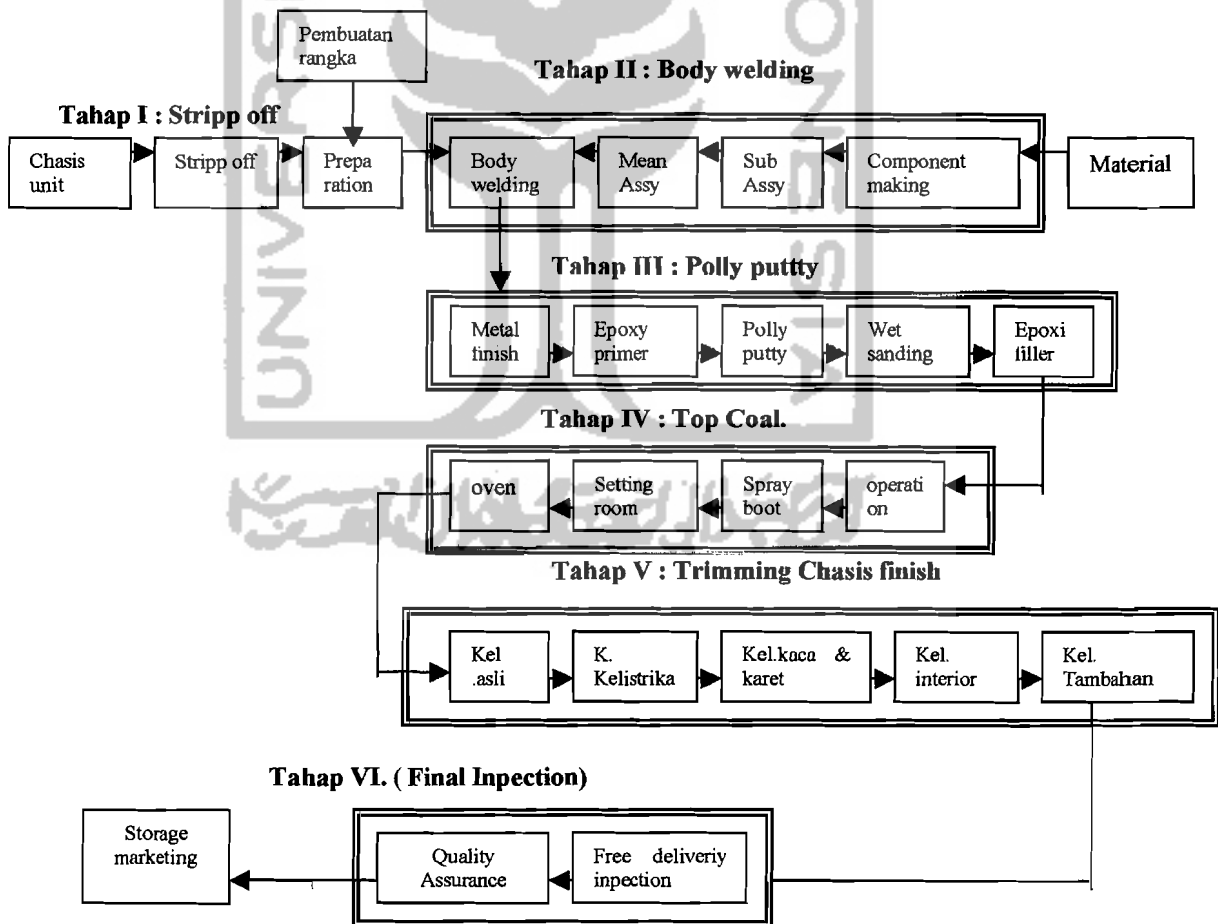
¹¹ Ernst Neufert, *Data Arsitek jilid 1*, 1997

7). Tahap *Final inspection* (pemeriksaan akhir)

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap hasil perakitan yang meliputi semua pemasangan chasis akhir, fungsi tiap bagian, hasil pengecatan, pengujian kebocoran, pengujian metal dan kendaraan yang dijalankan sejauh 20 Km (running test).

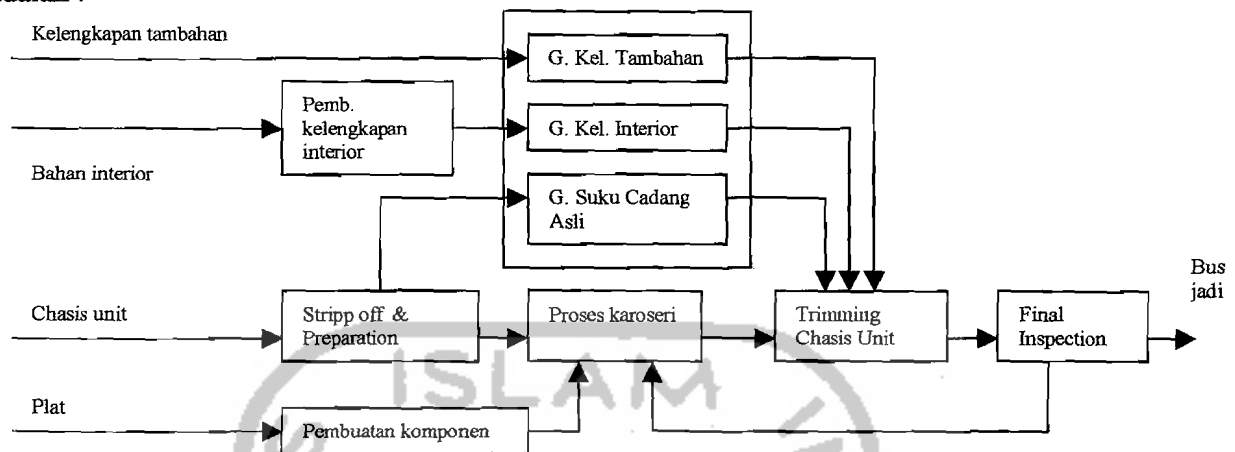
Semua pemeriksaan dan pengujian ini dilakukan oleh Quality Control dari *Departemen Pre-Delevery Inspection*. Setelah melalui pemeriksaan di departemen ini, maka *quality assurance departement* (departemen pengukuran kualitas) menguji sekali lagi dengan menghitung *quality index audit*. Pengujian dilakukan dengan cara mengambil sampel secara acak dan apabila pengujian sudah selesai dan kendaraan yang diuji memenuhi standart untuk di pasarkan.

Berdasar pada Proses yang ada di atas, dapat digambarkan dalam bagan sebagai berikut :



Gambar 2. Proses Produksi dan Tahap Pengerjaan (Sumber : New Armada, 2000)

Dari bagan proses dan tahapan pengerjaan, sirkulasi kendaraan diproses dan bahan bakunya adalah :



Gambar 3 : Sirkulasi kendaraan dan bahan baku

(Sumber: New Armada, 2000)

2.1.5. Limbah Industri Karoseri Bus

Dari proses produksi pada karoseri bus selain kebisingan terdapat dampak-dampak lain yang perlu diperhatikan antara lain¹² :

1. Limbah Gas.

Limbah gas berasal dari sisa pembuangan pada proses pengelasan pada proses *body welding*, *strip off*, dan *trimming chasis finish*. Selain gas, terdapat limbah berupa debu, yang dihasilkan dari proses pengamplasan dan pengecatan. Limbah gas dan debu ini tidak berpengaruh terhadap udara, dan tidak begitu membahayakan saluran pernafasan para pekerja. Tapi dalam kegiatannya para pekerja tetap menggunakan masker sebagai alat pengaman pernafasan.

Penanggulangan terhadap debu dan gas dapat dilakukan dengan cara memisahkan ruang berdasar tingkat keamanan terhadap gas atau dengan membuat pembuat pembuangan gas dan diberi filter sebelum gas tersebut dilepas ke udara bebas.

2. Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan industri karoseri bus berupa sisa-sisa pemotongan lempengan baja, sisa dempul, bahan anti karat, dan lain-lain. Limbah padat terbesar berasal dari proses *strip off*, *body welding*, dan *polly putty*. Limbah padat berupa lempengan baja dapat didaur ulang atau di jual ke penampungan besi bekas.

¹² New Armada, PT Mekar Armada Jaya, 2001

3. Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan industri karoseri bus berupa limbah air kotor bahan-bahan organik dari urinoir, WC, bak cuci, dan sebagainya. Limbah air lainnya berupa limbah cair kotoran kimiawi dari proses produksi khususnya dari proses *polly putty*, dan *top coat*. Limbah cair yang dihasilkan berasal dari sisa pengecatan, minyak, thinner dan sebagainya.

2.1.6. Utilitas Bangunan Karoseri bus.

Jaringan utilitas yang ada di dalam gedung karoseri bus adalah sebagai berikut:¹³

1. Jaringan Listrik

Jaringan listrik pada industri karoseri bus berasal dari dua sumber yaitu dari PLN yang disambungkan langsung ke ruang-ruang non produksi dan tenaga listrik cadangan yang diperoleh dari generator. Listrik pada industri karoseri ini berfungsi sebagai penerangan dan juga sebagai daya penggerak peralatan elektronik dan alat bantu lain yang diperlukan misalnya mesin bor, pemotong dan untuk menggerakkan mesin mesin berat dan mesin otomatis lain yang diperlukan untuk membantu kelancaran proses produksi.

2. Jaringan Air Bersih

Dalam industri karoseri bus, air bersih selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan MCK bagi karyawan, juga diperlukan dalam proses produksi yaitu pada proses pendempulan, pengecatan, pengamplasan, test terhadap air hujan dsb. Kebutuhan air bersih diperoleh dari PDAM dan air sumur dengan rekomendasi dari Pemda Surakarta.

Sistem pendistribusian air bersih pada karoseri bus dapat dilakukan secara *up feed system* atau *down feed system*.

3. Jaringan Gas

Diperlukan pada tahap pengelasan untuk mendukung operasi mesin-mesinnya. Kebutuhan gas ini bisa dipenuhi dari instalasi gas yang terpasang dalam ruang produksi, terutama pada proses pengelasan yang tempatnya tetap, sedangkan untuk ruang lain yang membutuhkan cukup dengan menyalurkan dari instalasi gas.

¹³ New armada, 2001

4. Sistem Pemadam Kebakaran

Penggunaan sistem pemadam kebakaran seperti *sprinkler*, *fire hidrant*, *stant pipe* dan *hose system* dalam penggulangan kebakaran. Sistem lain yang digunakan adalah sistem fire exit. Untuk bangunan industri ataupun pada ruang-ruang lainnya, sistem fire exit ditempatkan pada area strategis yang mudah dijangkau khususnya pada daerah dengan tingkat kebakarannya tinggi. Pada industri karoseri ini sistem ini dipakai pada pekerjaan pengelasan body kendaraan.

5. Sistem Pengkondisian Udara.

Penghawaan yang dipakai pada industri karoseri bus menggunakan penghawaan alami dan buatan. Penghawaan alami dipakai pada ruang-ruang produksi dan dengan atap berbentang lebar dengan lubang-lubang ventilasi dalam jumlah cukup dan posisi menyilang agar aliran udara berjalan lancar.

Penghawaan buatan dilakukan pada kantor dan ruang khusus dalam ruang produksi, contohnya pada ruang oven. Jenis alat pengkondisian udara antara lain adalah *AC Window*, *AC split*, kalau memungkinkan *AC central*, terutama untuk ruang pengelola dan ruang-ruang pendukungnya.

6. Sistem Penangkal Petir

Sistem penangkal petir menggunakan sistem *Faraday* yaitu dengan memasang tiang-tiang dari logam setinggi 30 cm dengan jarak 3,5 M. Kemudian ujung bawahnya dihubungkan dengan kabel yang ditanam di tanah untuk menyalurkan aliran listrik ke tanah.

7. Sistem Komunikasi.

1) Komunikasi Internal.

Komunikasi internal dipergunakan dalam suatu komplek bangunan untuk saling berkomunikasi antar ruang. Bentuk alat komunikasi yang lazim digunakan adalah *intercom/airphone*. Sedangkan alat komunikasi yang sifatnya umum dan menjangkau seluruh ruangan adalah sound system.

2) Komunikasi Internal

Untuk memudahkan urusan bisnis/menjalin hubungan dengan pihak luar, memerlukan alat berupa :

- a. Telephone, untuk pembicaraan dua arah menyambung dari Telkom.

- b. Telex, untuk komunikasi lewat gelombang radio dengan pesan atau catatan tertulis langsung.
- c. PABX System (Private Automatic Branch Exchange). Selain ekonomis dalam pemakaian saluran PT Telkom, juga untuk percakapan internal tidak dikenakan biaya.
- d. Facsimile, alat komunikasi canggih dan modern yang praktis dan bisa digunakan dan dapat mengirim berita /informasi secara cepat.

8. Sistem Transportasi.

1) Sistem Transportasi Barang.

Merupakan alat-alat untuk memudahkan pemindahan barang, berdasarkan mobilitasnya. Alat alat pemindahan barang ini dibagi menjadi tiga yaitu :

- a. Pemindahan barang statis, meliputi alat alat pemindah barang baik elektrik maupun mekanis dengan posisi alat tidak berpindah. Misalnya berupa alat *belt conveyor/hydraulic elevating*.
- b. Pemindahan barang dinamis, meliputi alat-alat pemindahan barang baik elektrik, manual, maupun mekanis dengan posisi alat dapat berpindah secara otomatis maupun digerakan, misalnya *forklift* dorong, *forklift* bermotor, atau kereta dorong (troli)
- c. Untuk memindahkan barang-barang/ bus yang telah dikaroseri keluar pabrik biasanya menggunakan kendaraan besar semacam truk/trailer.

2) Sistem Transportasi Manusia

Sistem transportasi manusia dapat digolongkan menjadi dua yaitu :

- a. Di luar ruang produksi, bisa digunakan tangga atau lift (bila berlantai banyak).
- b. Di ruang produksi , praktis digunakan tangga untuk sirkulasi vertikal, untuk ruang tertentu , mayoritas pada ruang produksi hanya satu lantai, dan tangga yang dipasang harus memperhatikan efisiensi ruang, atau bahkan vertikal 90 %.

2.1.7. Bahan yang Digunakan

Bahan baku serta bahan tambahan yang dipergunakan didatangkan dari pabrik lain, diantaranya adalah¹⁴ :

1. Badan bus/ body : Plat besi, pipa besi, *acetylene*, gas co, dan lain-lain.
2. Badan kursi/jok : Busa (spon), beludru, kulit imitasi, lem kayu, dan lain-lain.
3. Bagian pengecatan : Cat, dempul, amplas, talk, thinner, dan lain-lain.

Bahan bahan diatas didistribusikan pada bagian gudang untuk dilakukan penyortiran bahan dasar sebelum masuk kedalam bagian produksi. Sistem penyampaian atau distribusi bahan dasar tersebut menggunakan sistem pemindahan barang secara langsung menuju bagiannya masing-masing. Dampak yang ditimbulkan adalah sirkulasi bahan dasar yang kurang efisien sehubungan dengan ruang penyimpanan dan penyortiran yang terpisah, disesuaikan dengan jenis barang dan proses produksi yang akan dilakukan.

2.1.8. Waktu Pengerjaan.

Kegiatan karoseri bus menggunakan belum menggunakan teknologi *full automatic manufacturing*, agar mampu menyerap tenaga kerja dari lingkungan sekitar. Waktu pengerjaan produk masih dipengaruhi oleh gerak manusia sebagai faktor penentu kelancaran produksi. Waktu pengerjaan pada masing masing proses dapat dilihat pada tabel berikut :

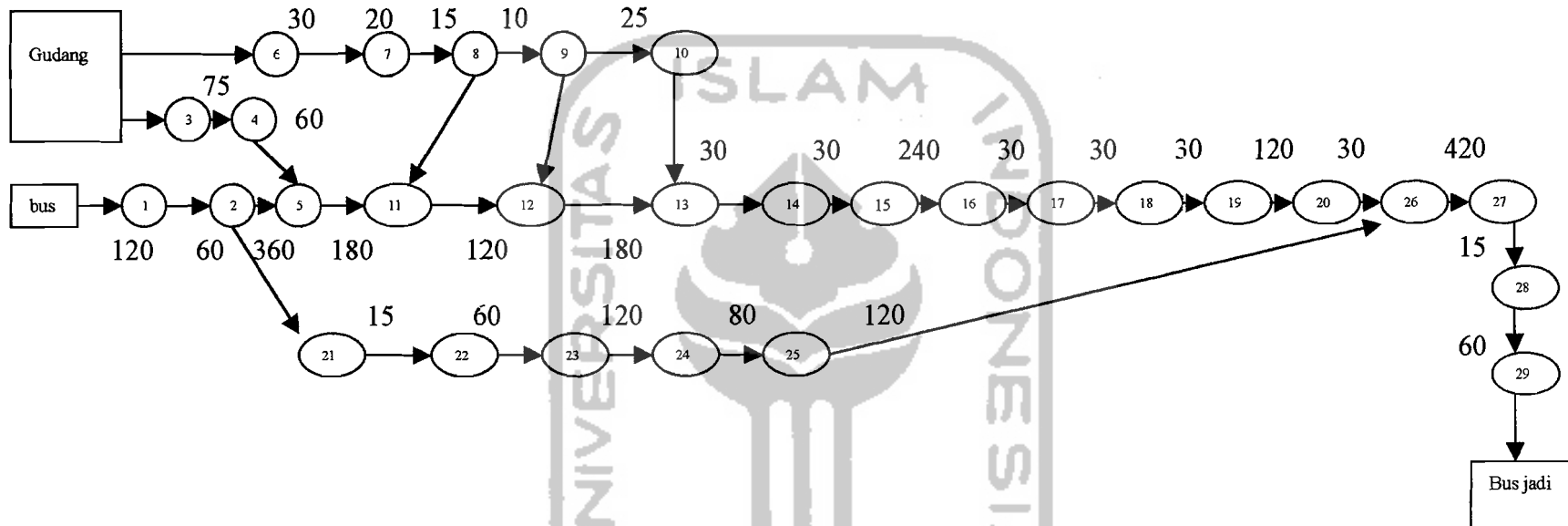
¹⁴ PT Mekar Armada Jaya ,2001

Tabel 3: Waktu Pengerjaan.

Proses dan tahapan pengerjaan		Bagian Pekerjaan	Waktu Pekerjaan/unit (menit)
Strip off (pelepasan)	1	Pelepasan suku cadang	120
	2	Pemotongan komponen	60
Preparation (persiapan)	3	Pembentukan komponen tulangan	75
	4	Pembentukan sambungan	60
	5	Perakitan	360
Body welding (Pengelasan body)	6	Pemotongan plat bodi	30
	7	Pembentukan plat atap	20
	8	Pembentukan plat body	15
	9	Pembentukan plat pintu	10
	10	Pembentukan plat hower	25
	11	Assy pintu	180
	12	Assy dinding hower	120
	13	Assy lambung	180
	Polly putty (pendempulan)	14	Metal treatment
15		Phosphating	30
16		Pendempulan	240
17		Gosok body	30
Top Coat (pengecatan)	18	Oven/pengeringan	120
	19	Oven dempul	30
	20	Pengecatan/spay booth	30
	21	Pemotongan pipa jok	15
	22	Pembentukan rangka jok.	60
	23	Assy rangka jok	120
Trimming Cahasis finish	24	Jahit cover	80
	25	Pasang cover dan busa	120
	26	Interior	30
Final inspection (pemeriksaan akhir)	27	Showder test	420
	28	Test lampu-lampu	15
	29	kebersihan	60

Sumber : PT. Mekar Armada Jaya, 2001

Berdasar pada Tabel 3 dan gambar 2 dapat dilihat Flow chart proses produksi terhadap waktu secara keseluruhan adalah sebagai berikut :



Keterangan :



Urutan bagian pekerjaan. (tabel 3, kolom 3)



Urutan produksi

Total waktu pengerjaan sampai bus jadi = 2055 menit (5 hari)
= 34,25 jam.

Dengan ketentuan :

Jam kerja dalam 1 hari = 7 jam = 420 menit, dgn 1 jam istirahat.

Gambar 70 : Flow Chart Waktu
Sumber: New Armada Karoseri, 2001

2.1.9. Jenis dan Kapasitas Produksi

Industri karoseri yang sekarang lebih kepada produksi kendaraan niaga dan kendaraan penumpang, karena kendaraan ini yang banyak dipergunakan oleh masyarakat pada umumnya. Produksi kendaraan penumpang lebih kepada kendaraan minibus, mikro bus dan bus besar, sedangkan kendaraan niaga mengacu pada produk box atau dum truk.

Tabel 4: Jenis dan kapasitas produksi

No.	Jenis Produksi	Tahun					
		1996	1997	1998	1999	2000	2001
1.	Bus	648	665	682	697	688	756
2.	Mikro Bus	432	475	464	498	512	548
3.	Mini Bus	783	875	1.262	1.294	1.350	1.581
4.	Mobil Penumpang	3.830	3.867	3.823	3.297	4.125	6.455
5.	Box/ Dum Truk	633	672	654	685	696	764
	Jumlah	6.326	6.574	6.889	7.101	7.371	10.104

Sumber : PT. Mekar Armada Jaya, 2001

Dari tabel 4 di atas karoseri kendaraan di Surakarta memproduksi kendaraan penumpang dengan kategori kendaraan bus.

2.2. STANDART PERALATAN DAN TENAGA KERJA

2.2.1. Peralatan yang Digunakan dan Operator

Produksi pada industri karoseri bus tidak menggunakan sistem *full automatic technology* dan sebagian besar kegiatan mengandalkan kemampuan manusia. Peralatan yang digunakan merupakan peralatan bengkel pada umumnya (las, obeng, bor tangan, dsb.) dan peralatan karoseri modern (Mesin bubut, hidraulic skrab, nimbler machine, dsb). Untuk peralatan bengkel biasa, satu mesin atau peralatan dapat digunakan oleh satu operator sedangkan untuk peralatan berat membutuhkan lebih dari satu operator.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel mengenai peralatan yang digunakan dan operator yang dibutuhkan untuk tiap peralatan atau mesin yang digunakan.

Literatur yang digunakan antara lain :

1. Ernst. Neufert, 1991, *Architect s Data*, John Willey and sons, New York.
2. Julius Panero Dan Martin Zelnik, *Human Dimension and Interior Space*.
3. PT. Laksana karoseri. *Dimensi Mesin dan Bus*
4. PT. New Armada Karoseri, *Standart Ruang Karoseri Kendaraan*.

Tabel 5 : Peralatan yang Digunakan dan Operator.

Kelompok mesin	Proses Produksi	Mesin/Alat yang Digunakan	Dms. Mesin m2	Keterangan pekerjaan	Opt.	Dms. Orang m2	Total m2	
Mesin pembuat komponen.	Component making	Nimbbler Machine	0.96 m2	Potong plat	4	3.5	4.46	
		Milling Machine	0.54	Memperbanyak model	4	3.5	4.04	
		Mesin Bubut	1.44	Meratakan permukaan plat	1	0.875	1.26	
		Hidraulic Skrap M.	0.72	Menipiskan plat	1	0.875	1.59	
		Bor Machine	0.3	Melubangi plat	1	0.875	1.17	
		Hidraulic Press M.	30.24	Membentuk komponen	4	3.5	33.74	
		Crane	1.2	Mengangkat cetakan press	1	0.875	2.075	
		Gergaji Besi	0.86	Memotong pipa bahan jok	1	0.875	1.73	
		Pembentukan Pipa	1.12	Membentuk rangka jok	5	4.375	5.49	
		Mesin Las	0.43	Assembling rangka jok	9	7.875	8.31	
Body Welding	Sub assy	Mesin Jahit	0.63	Jahit kover dan plafont	2	1.75	2.38	
		Meja Pola.	0.96	Buat pola cover jok & plafont.	9	7.875	8.83	
		Potong komponen	0.9	Pemotongan komponen kendaraan.	2	1.75	2.65	
		Las listrik	0.73	Assembling komponen kendaraan.	2	1.75	2.48	
	Mean Assy	Las karbit	0.73	Assembling komponen kendaraan.	2	1.75	2.48	
		Gerinda	0.73	Menghaluskan bekas las.	2	1.75	2.48	
		Jig pintu	5.6	Assembling komp. Pintu	5	4.375	9.97	
		Jig hower	5.6	Assembling komp. Hower	5	4.375	9.97	
		Jig lambung	4.41	Assembling komp. lambung	5	4.375	8.785	
		Jig bodi	4.41	Assembling komponen body	5	4.375	8.785	
Mesin proses karoseri.	Pelepasan suku cadang	Las listrik	0.73	Pengelasan bag. Luar bodi	2	1.75	2.48	
		Las titik	0.73	Pengelasan bag. Atas body	2	1.75	2.48	
		Las karbit	0.73	Pengelasan bagian dalam body.	2	1.75	2.48	
	Strip off	Preparation	Drey tenaga angin	0.087	Melepaskan komponen asli	1	0.875	0.962
			Obeng	0.04	Melepaskan komponen asli	1	0.875	1.275
			Kunci pas	0.04	Melepaskan komponen asli	1	0.875	1.275
	Polly Puty	Metal Finish	Las listrik	0.73	pengelasan bag. Luar body	1	0.875	1.605
			Las karbit	0.73	Pengelasan bagian atas body	1	0.875	1.605
			Bor tangan	0.73	Pengelasan bag. Dalam body	1	0.875	1.605
	Top Coat	Operation	Spray gun	0.09	Treatmen and Phospating	4	3.5	3.59
Amplas				Meratakan dan haluskan body	7	6.125	6.125	
Oven			113.6	Pengeringan pendempulan	2	1.75	115.35	
Ban berjalan				Sirkulasi mobil	2	1.75		
Spray booth			0.09	Penyemprotan warna body.	2	1.75	1.84	
Trimming chasis finis	Kel. Asli	Oven 1 (60°)	113.6	Pengeringan Spray booth I	2	1.75	115.35	
		Oven 2 (80°)	113.6	Pengeringan Spray booth II	2	1.75	115.35	
		Campuran warna		Campuran Warna untuk spray booth	1	1.75		
		Sirkulasi mobil		Sirkulasi mobil	2	1.75		
Final Inspection	Pre Del. Inspection Assurance	Drey tenaga angin	0.097	Pemasangan komponen asli	2	1.75	1.85	
		Las listrik	0.073	Penelasan finishing	2	1.75	2.48	
		Las karbit	0.073	Pengelasan finishing	2	1.75	2.48	
		Bor	0.73	Pemasangan kelistrikan bus	2	1.75	74.75	
Mesin Penunjang		Shower test	62.16	Test Kebocoran dengan air	1	0.875	63.035	
		Running Test		Tes kekuatan body	1	0.875		
Mesin Penunjang		Pompa		Memompa air ke tower				
		Kompresor		Menghasilkan angin				
		Blower		Mengalirkan udara ke dalamn ruang.				
		Instalasi gas		Untuk instalasi pengelasan.				
		Generator set		Pembangkit tenaga listrik				
		Instalasi AC		Penghawaan udara				
		Instalasi komunikasi		Sarana komunikasi.				

(Sumber : PT. Mekar Armada Jaya, 2001)

2.2. Dimensi Mesin

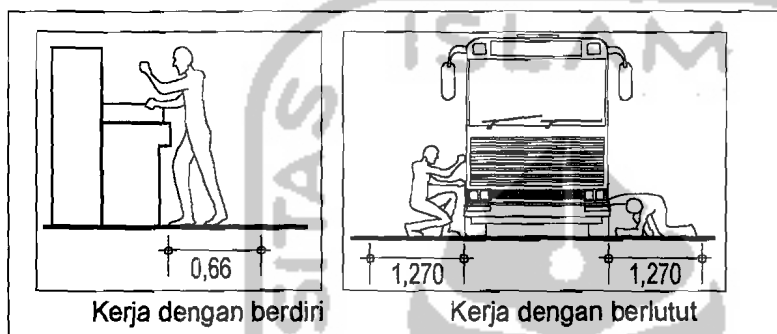
Lihat tabel 5. Peralatan dan Operator.

2.3. Besaran Ruang

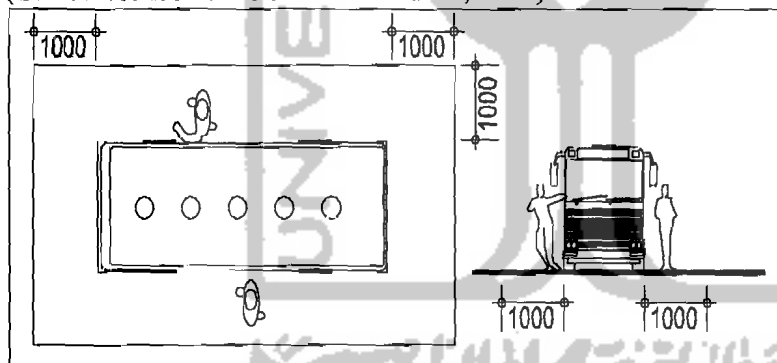
2.3.1. Studi Besaran Ruang

Diperoleh berdasarkan studi beberapa literatur, dan data-data pada tabel 6 mengenai dimensi mesin. Literatur yang digunakan antara lain :

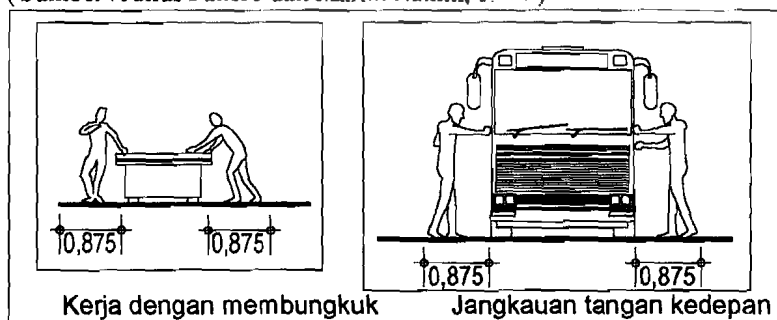
1. Ernst. Neufert, 1991, *Architect's Data*, John Willey and sons, New York.
2. Julius Panero Dan Martin Zelnik, *Human Dimension and Interior Space*.
3. PT. Laksana karoseri. *Dimensi Mesin dan Bus*.



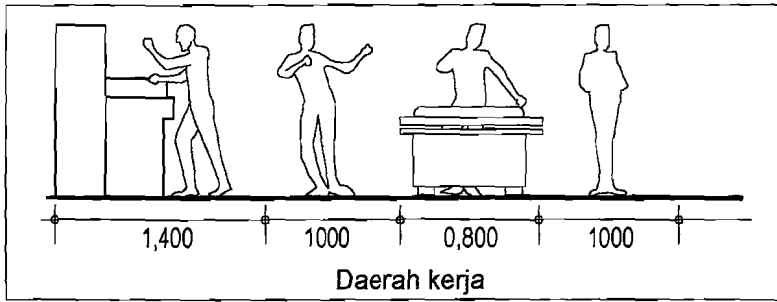
Gambar 5. Daerah untuk bekerja dan Berlutut
(Sumber : Julius Panero dan Martin Zelnik, 1993)



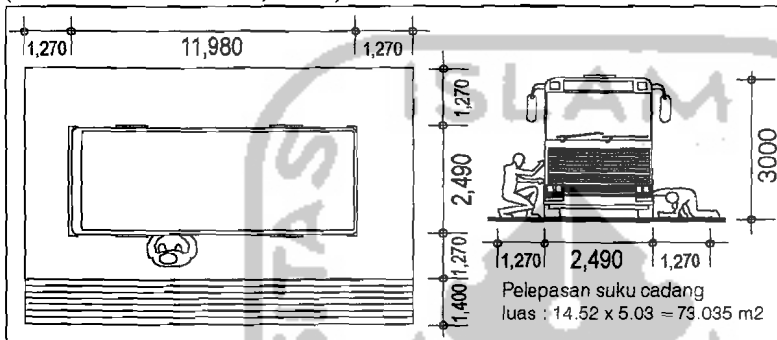
Gambar 6. Kebutuhan Ruang gerak berjalan membawa barang.
(Sumber : Julius Panero dan Martin Zelnik, 1993)



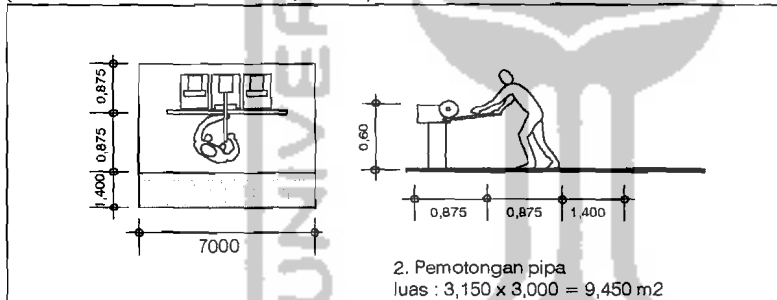
Gambar 7. Kebutuhan ruang kerja dengan membungkuk dan jangkauan tangan ke depan.
(Sumber : Julius Panero dan Martin Zelnik, 1993).



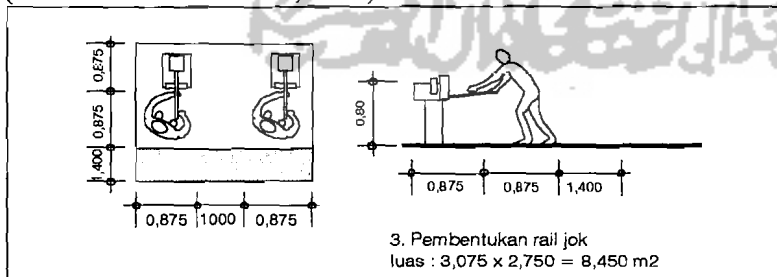
Gambar 8. Kebutuhan ruang sirkulasi bagian produksi
(Sumber : Ernst Neufert, 1991)



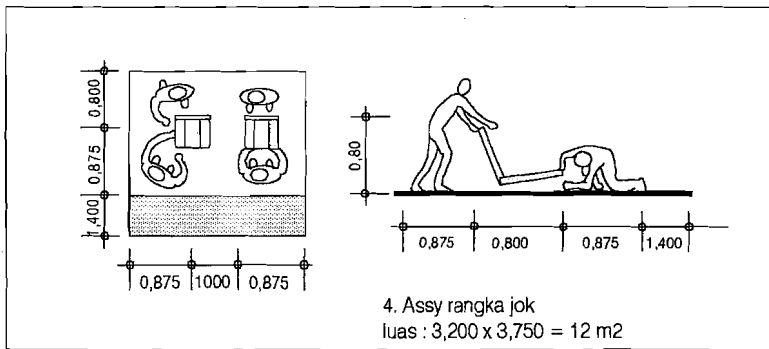
Gambar 9. Studi besaran ruang bagian pelepasan suku cadang.
(sumber: Laksana Karoseri, 2001)



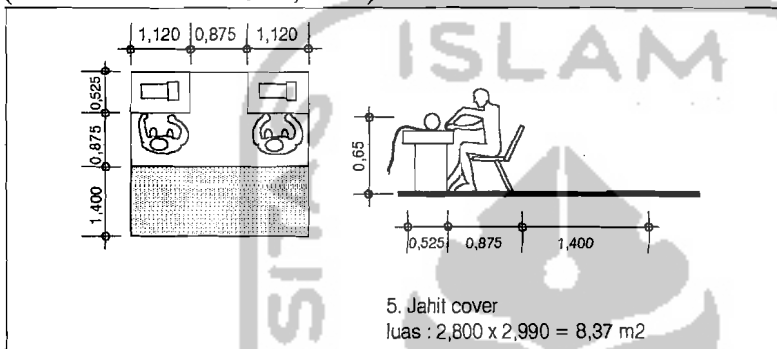
Gambar 10. Studi besaran ruang bagian pemotongan pipa
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



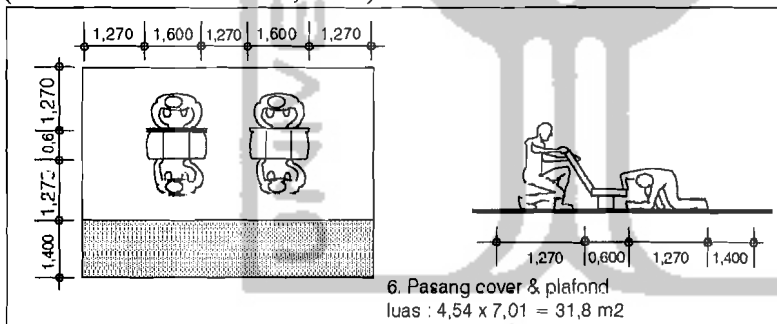
Gambar 11. Studi besaran ruang bagian pembentukan rail jok.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



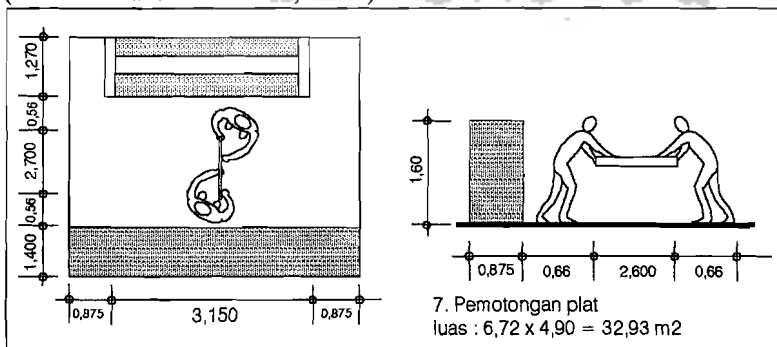
Gambar 12. Studi besaran ruang bagian assy rangka jok
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



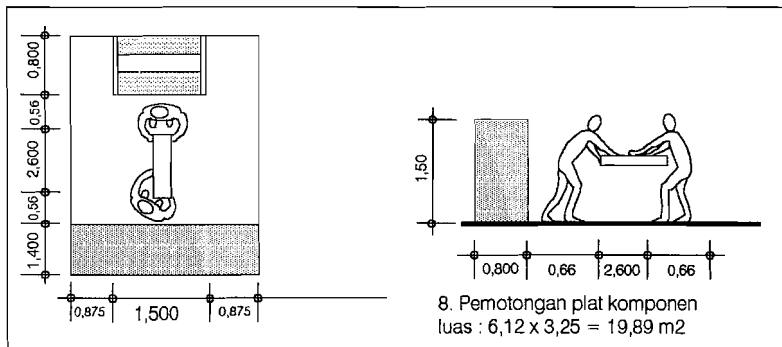
Gambar 13. Studi besaran ruang berdasarkan bagian penjahitan cover jok.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



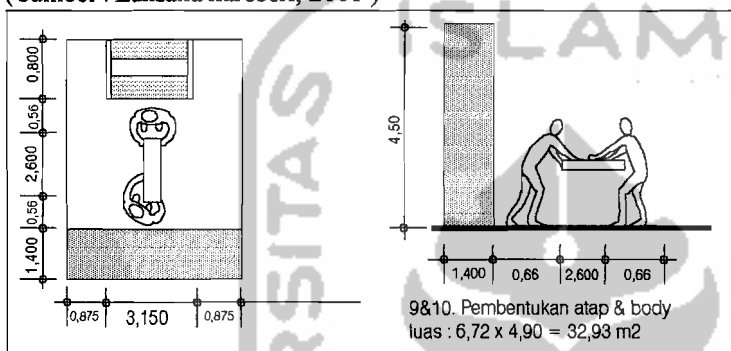
Gambar 14. Studi besaran ruang bagian pasang cover jok dan plafond.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



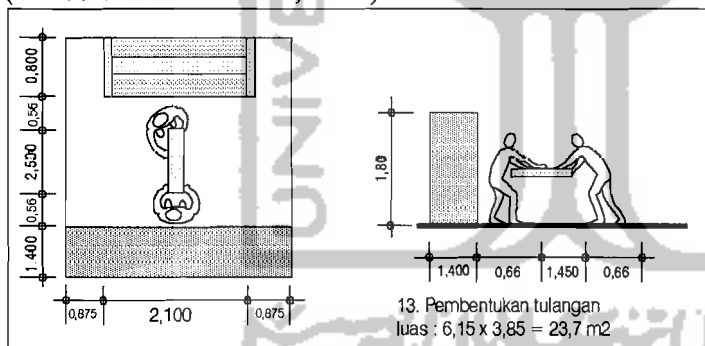
Gambar 15. Studi besaran ruang bagian pemotongan plat
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



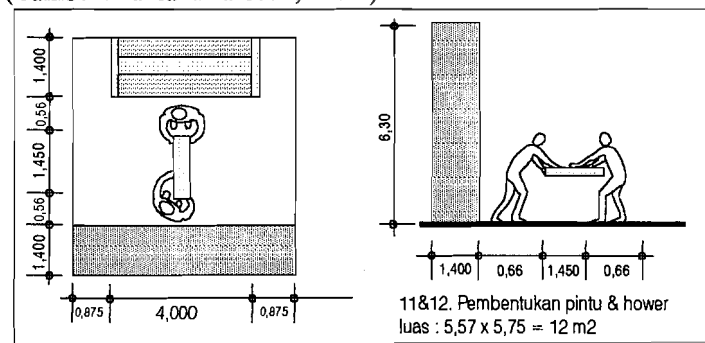
Gambar 16. Studi besaran ruang bagian pemotongan plat komponen.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



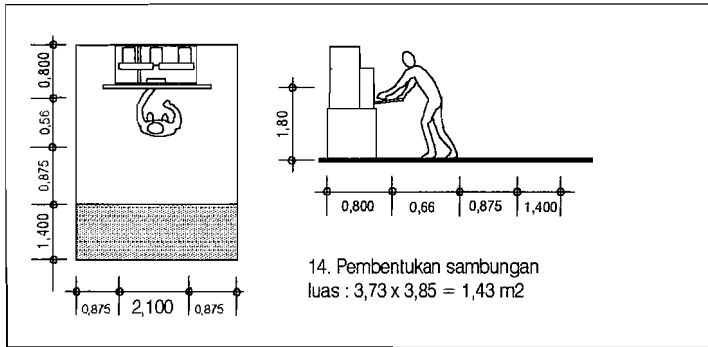
Gambar 17. Studi besaran ruang bagian pembentukan atap dan bodi.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



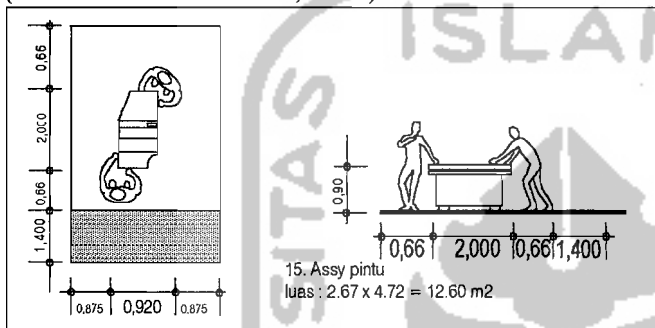
Gambar 18. Studi besaran ruang bagian pembentukan tulangan.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



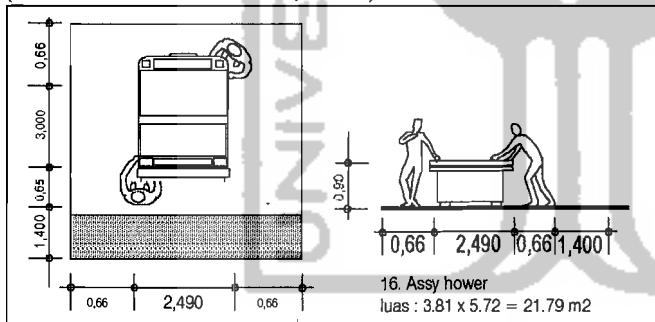
Gambar 19. Studi Besaran ruang bagian pembentukan pintu dan hower.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



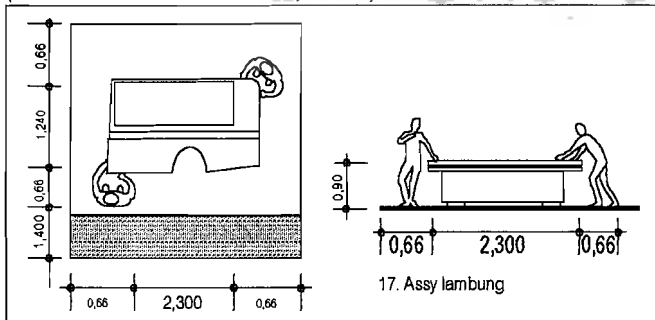
Gambar 20. Studi besaran ruang pembentukan sambungan
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



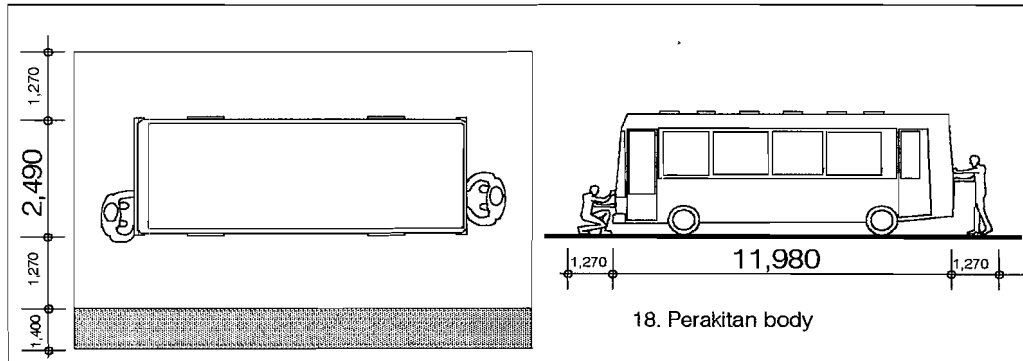
Gambar 21. Besaran ruang pembentukan pintu.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



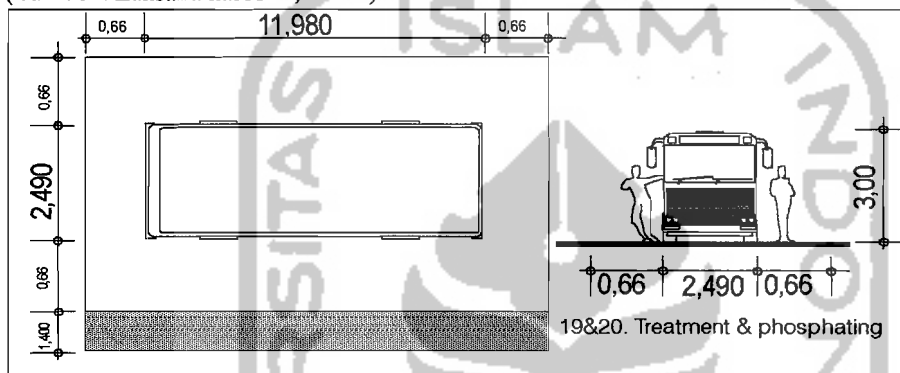
Gambar 22. Besaran ruang bagian assy hower.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



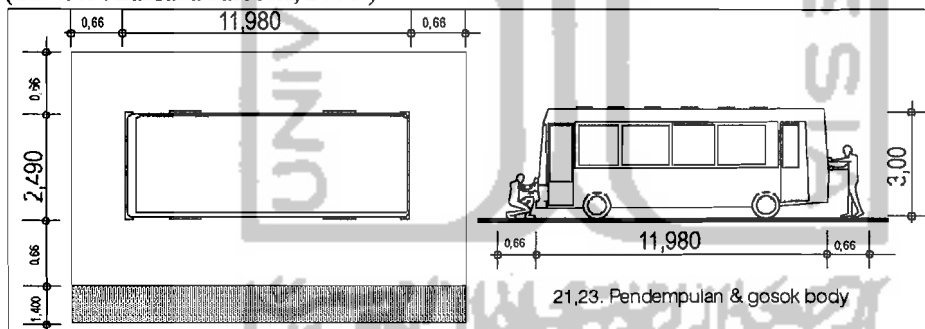
Gambar 23. Besaran ruang bagian assy lambung.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



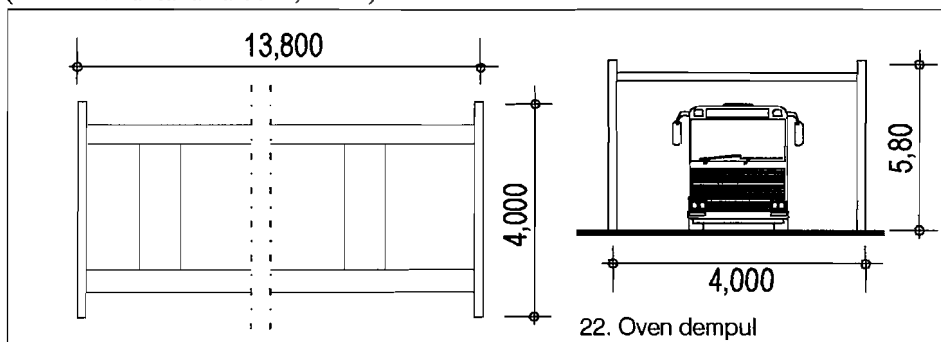
Gambar 24. Besaran ruang bagian perakitan bodi.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



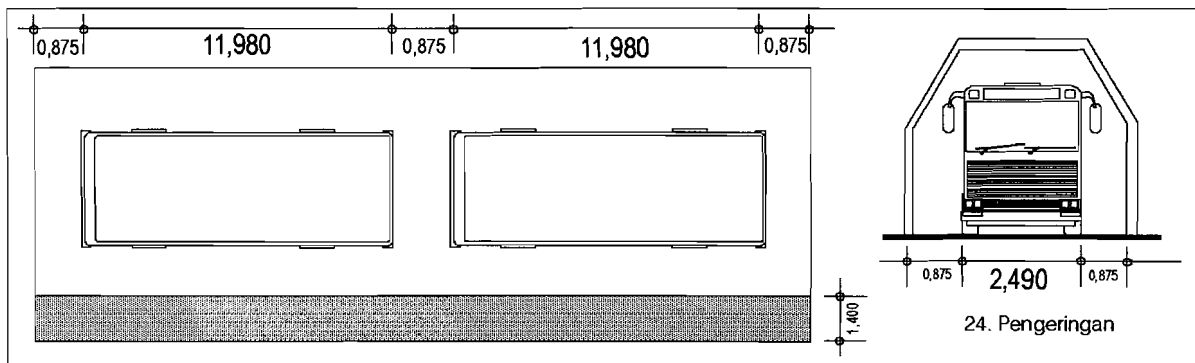
Gambar 25. Studi besaran ruang bagian *treatment & painting*.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



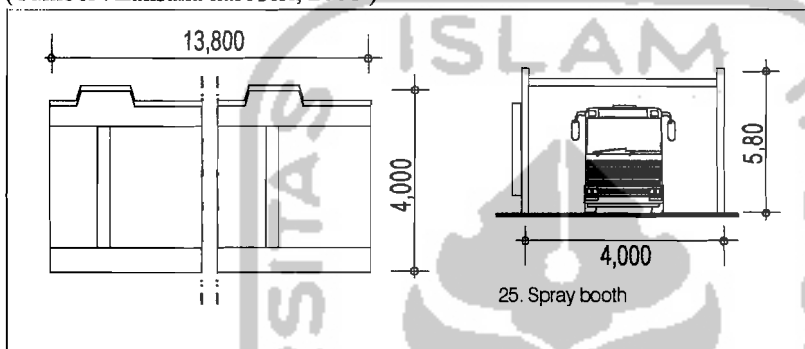
Gambar 26. Studi besaran ruang bagian pendempulan dan gosok bodi.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



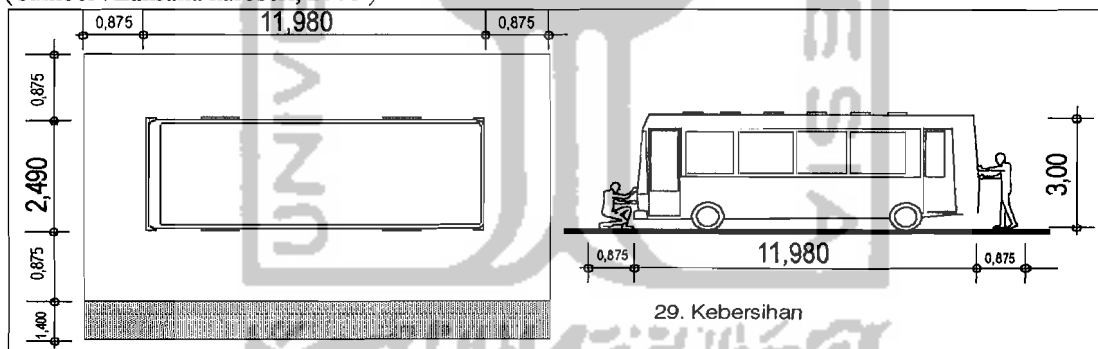
Gambar 27. studi besaran ruang bagian oven dempul.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



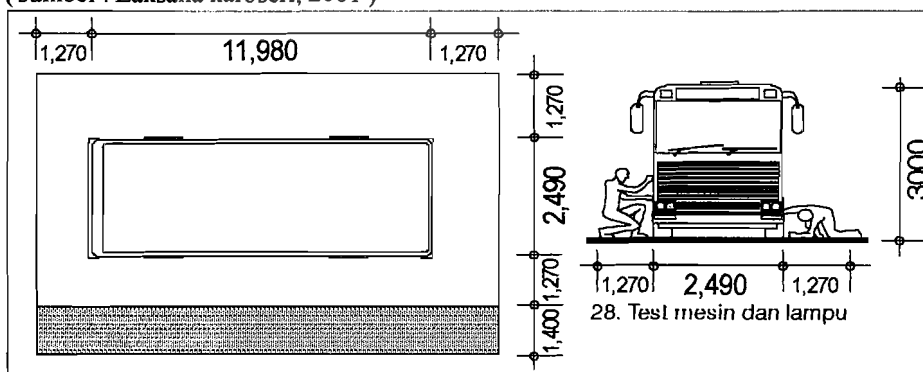
Gambar 28. Studi besaran ruang bagian pengeringan.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



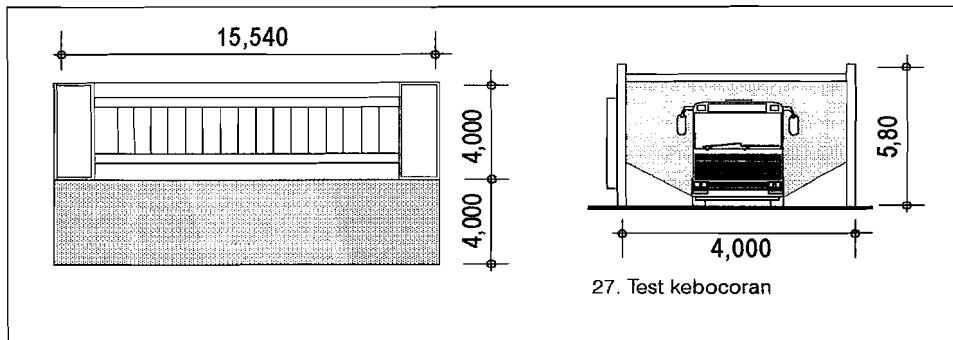
Gambar 29. Studi besaran ruang bagian spray booth.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



Gambar 30. Studi besaran ruang bagian kebersihan.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



Gambar 31. Studi besaran ruang bagian mesin test.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)



Gambar 32. Studi besaran ruang bagian test kebocoran.
(sumber : Laksana karoseri, 2001)

Berdasar hasil studi besaran ruang tersebut diatas dapat ditentukan standart besaran ruang gedung industri karoseri bus di Surakarta. Tabel di bawah ini akan menguraikan secara rinci standart besaran ruang perencanaan di Surakarta.

Tabel 6 : Bagian Perencanaan

NO	Macam Ruang	Standart Dimensi Ruang (m2/org)
1	R. Pengadaan. Bahan	7.30
2	R. Sceduling.	2.50
3	R. Work order.	7.30
4	R. Quality control	7.30
5	Studio design	6.03

(sumber : Laksana karoseri , 2001)

Tabel 7 : Bagian produksi

No	Macam ruang	Standart Dimensi Ruang (m2/org)
1	R. Pemotongan pipa	9.45
2	R. Pembentukan rangka jok	8.45
3	R. Assy rangka jok	12.00
4	R. Jahit cover jok	8.45
5	R. Pasang cover dan busa	31.80
6	R. Pemotongan plat body	32.93
7	R. Pemotongan plat komponen	19.89
8	R. Pembentukan plat atap	32.93
9	R. Pembentukan plat body	32.93
10	R. pembentukan plat pintu	32.00
11	R. pmbentukan hower / bagasi	32.00
12	K. pembentukan komponen tulangan	23.70
13	R. Pembentukan sambungan.	14.30
14	Assy pintu	12.60
15	Assy dinding hower	21.73
16	Assy lambung	14.33
17	Stripp off	73.035
18	Perakitan	93.36
19	Metal treatment	69.293
20	Phosphating	3.293
21	Pendempulan	69.293
22	Oven dempul	55.20
23	Gosok body	69.293
24	Oven / pengeringan	154.42
25	Pengecatan/spray booth	55.20
26	Interior	93.36
27	Shower test	124.32
28	Test lampu dan mesin	93.36
29	Kebersihan	19.37
30	Quality control	93.36

(Sumber : Laksana karoseri, 2001)

Tabel 8 : Ruang Pendukung produksi

No	Macam ruang	Standart Dimensi Ruang (m2/org)
1	Gudang induk	Asumsi
2	Gudang plat baja	Asumsi
3	Gudang cat	Asumsi
4	Gudang kaca	Asumsi
5	Gudang plastik	Asumsi
6	Gudang oksigen	Asumsi
7	Gudang perlengkapan	Asumsi
8	Lab. pencampuran cat	12.42
9	Locker karyawan	0.40
10	R. ganti karyawan	1.78
11	R sopir	4.00
12	R. parkir sementara	20.00
13	R loading dock.	Asumsi
14	R unloading dock.	4.00

(Sumber : Laksana karoseri, 2001)

Tabel 9 :Kelompok penunjang umum

No	Macam ruang	Standart Dimensi Ruang (m2/org)
1	R. makan pengelola	2..24
2	R. makan karyawan	0.60
3	Dapur pantry	20% x R. makan
4	R serba guna	10-.00
5	R. shalat	0.60
6	R. wudlu	20% x R. shalat
7	R. Poliklinik	40.00
8	Lavatory	3.02
9	R. keamanan	20.00
10	R. genset.	60.00
11	R. trafo	30.00
12	R. bengkel.	60.00
13	R koperasi Garasi	60.00
14	Truk pengangkut barang	48.00
15	Mobil operasional	20.00
16	Sepeda motor operasional	1.50

(Sumber : Laksana karoseri, 2001)

2.4. SISTEM SIRKULASI

Sirkulasi merupakan tali pergerakan yang mengikat dan terlihat, yang menghubungkan ruang – ruang suatu bangunan atau suatu deretan ruang – ruang dalam atau ruang luar secara bersama, sehingga menjadi saling berhubungan. Dari prosesnya, sirkulasi terlihat mengandung dua aktifitas, yaitu : faktor aliran atau gerak berpindah (*flow*) atau pencapaian (*accessibility*) merupakan kemudahan dan kecepatan pemindahan.¹⁵

Sirkulasi pada Gedung Industri Karoseri Bus terbagi menjadi sirkulasi primer dan sirkulasi sekunder. Sirkulasi primer dalam bangunan industri memiliki sifat yang teratur dan lebih kepada pergerakan secara keseluruhan, karena sesuai dengan urutan proses dan tahapan produksi. Sirkulasi sekunder pada karoseri memiliki sifat sebagai pendukung utama di dalam

¹⁵ Ching.F.D.K, *Arsitektur Bentuk Ruang dan Susunannya*, 1994 .

sirkulasi primer, baik itu secara vertikal maupun horisontal berupa sirkulasi dan ruang gerak manusia terhadap lingkungan kerja dalam melakukan proses dan tahapan produksi.

Sirkulasi pada industri karoseri menyangkut gerak manusia dalam hal ini pekerja dalam melakukan proses pekerjaan dipengaruhi oleh:

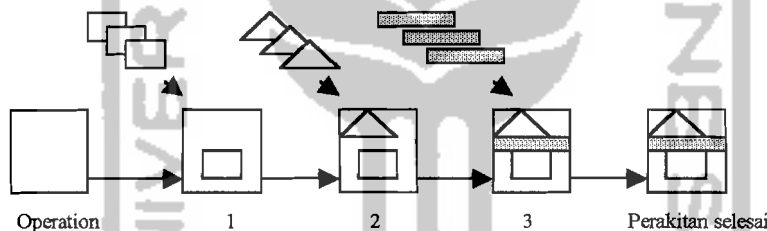
1. Tata ruang dan fasilitasnya.
2. Alat dan bahan baku pendukung kegiatan.

2.4.1. Tata Ruang dan Fasilitas

Penyusunan ruang dalam bangunan industri karoseri terdiri dari ¹ :

1. Lay out by product .

Lay out ini berdasarkan urutan prosesnya dari awal hingga akhir. Produk yang dihasilkan oleh perusahaan yang menggunakan proses ini, merupakan produk standart dengan variasi yang relatif lebih kecil di banding jumlah urutan yang di produksi. Penempatan mesin searah urutan proses, dalam produk secara terus menerus dan dalam jumlah yang besar. Lihat skema di bawah ini :



Gambar 33 : Layout by product

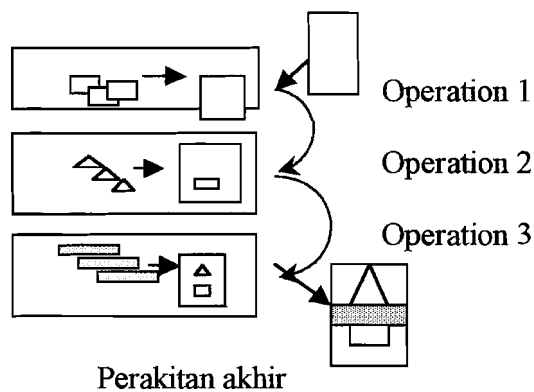
(Sumber: M. Apple, James. 1996.)

Pengerjaan ini pada industri karoseri dilakukan pada pengerjaan komponen bodi bus, dan letaknya jauh dari pengerjaan body bus, sehingga ruang gerak dan sirkulasi yang dibutuhkan relatif jauh. Bahkan pada beberapa proses memiliki jenis mesin yang sama, dan satu pekerja melakukan lebih dari satu proses kegiatan.

2. Lay out by proses.(function)

Didasarkan pada kesamaan dari proses produksi yang dilakukan di dalam daerah yang sama pula. Dalam sistem ini seluruh mesin dan alat-alat produksi yang memiliki kegunaan sama dikelompokkan dan ditempatkan dalam ruangan atau tempat tertentu. Lihat skema :

¹M. Aple, James, *Introduction To Plan Lay Out*, 1996



Gambar 34. Lay Out By Proses

(Sumber: M. Apple, James. 1996.)

Skema ini banyak digunakan pada industri karoseri secara umum karena pekerja melakukan pekerjaannya sesuai keahliannya dan mesin dengan fungsi yang sama dapat dilakukan untuk memenuhi beberapa proses, sehingga alat yang digunakan lebih sedikit .

Dari analisa lay out diatas tata ruang dan fasilitas dalam industri karoseri bus yang mencerminkan efisiensi adalah lay out by proses (function) dengan pertimbangan efisiensi gerak dan sirkulasi.

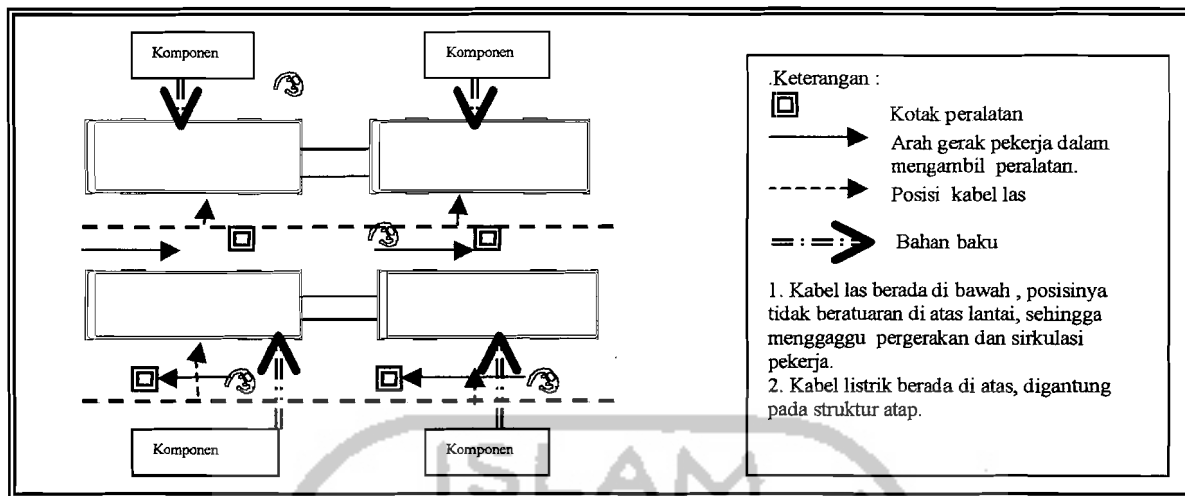
2.4.2. Sirkulasi berdasarkan peralatan pendukung dan bahan baku produksi.

1. Berdasarkan Peralatan pendukung dan bahan baku.

Peralatan dan bahan baku komponen pada industri karoseri dipengaruhi oleh perletakan dan jangkauan terpendek yang di ambil oleh pekerja. Berdasarkan perletakan peralatan dan bahan baku dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

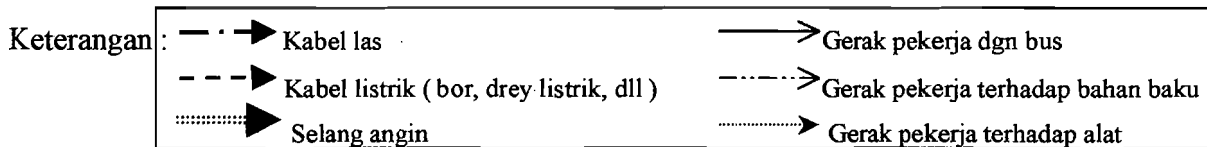
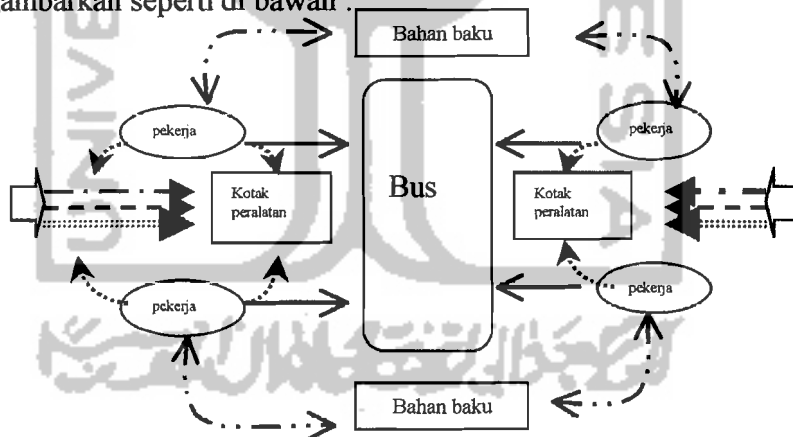
1). Pekerja mempunyai alat dan bahan baku sendiri dalam satu area pekerjaan

Sirkulasi dan gerak pekerja dengan peralatan sendiri banyak digunakan pada bengkel atau karoseri dengan kapasitas produksi kendaraan sedikit, dan membutuhkan dimensi ruang yang relatif sempit. Pergerakan dan sirkulasinya dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 35 : Ruang gerak sekunder terhadap alat dan bahan baku untuk satu area pekerjaan
(Sumber : PT Laksana , 2001)

Keuntungan sistem ini adalah tiap area pekerjaan memiliki alat dan bahan baku sendiri dan tidak tergantung pada area kerja yang lain. Konsentrasi pekerja lebih terjaga dengan tidak tergantung oleh pekerja yang lain, dan gerak pekerja juga lebih pendek karena tidak tergantung oleh peralatan dan bahan baku pekerja yang lain. Kerugiannya adalah membutuhkan peralatan kerja yang lebih banyak. Secara diagram dapat digambarkan seperti di bawah :



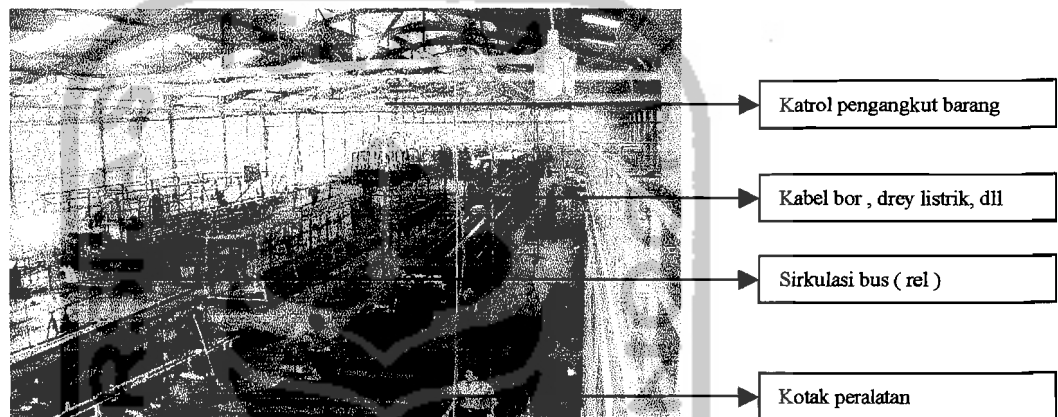
Gambar 36 : Pergerakan sekunder satu alat dan bahan baku dalam satu area pergerakan
(Sumber. Laksana karoseri , 2001)

Pada industri karoseri bus secara umum, pola ini dilakukan pada proses *body welding* bagian pengerjaan komponen bodi bus, dan bagian *top coat*, karena pekerjaan mereka langsung berhubungan dengan mesin produksi dan

peralatan reparasi harus tersedia setiap saat apabila peralatan mengalami kerusakan.

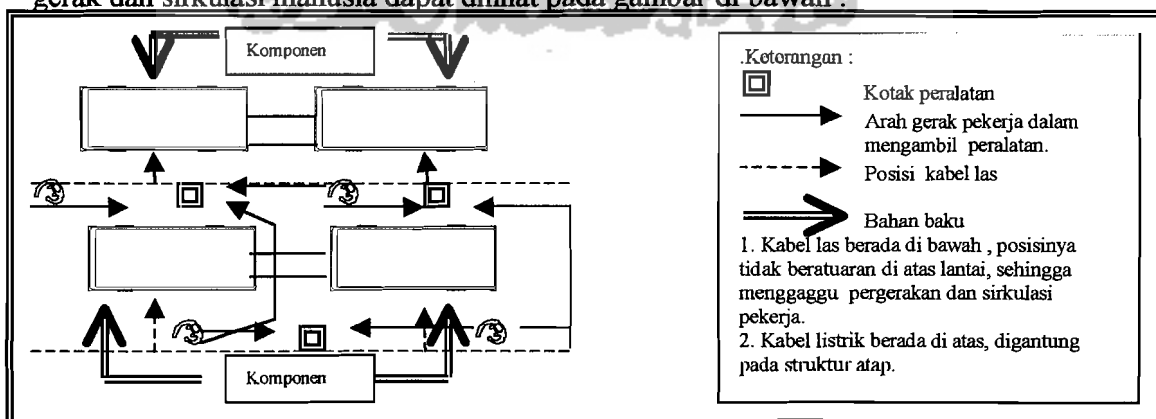
Bahan baku diletakkan pada tiap sisi bus sesuai dengan urutan komponen yang akan dipasang pada badan bus. Pekerjaan ini lebih cepat dalam hal pengerjaannya, karena pekerja berkonsentrasi pada pekerjaannya masing-masing.

2). Alat – alat pendukung dan bahan baku digunakan secara bersama - sama dalam dua atau tiga area pekerjaan.



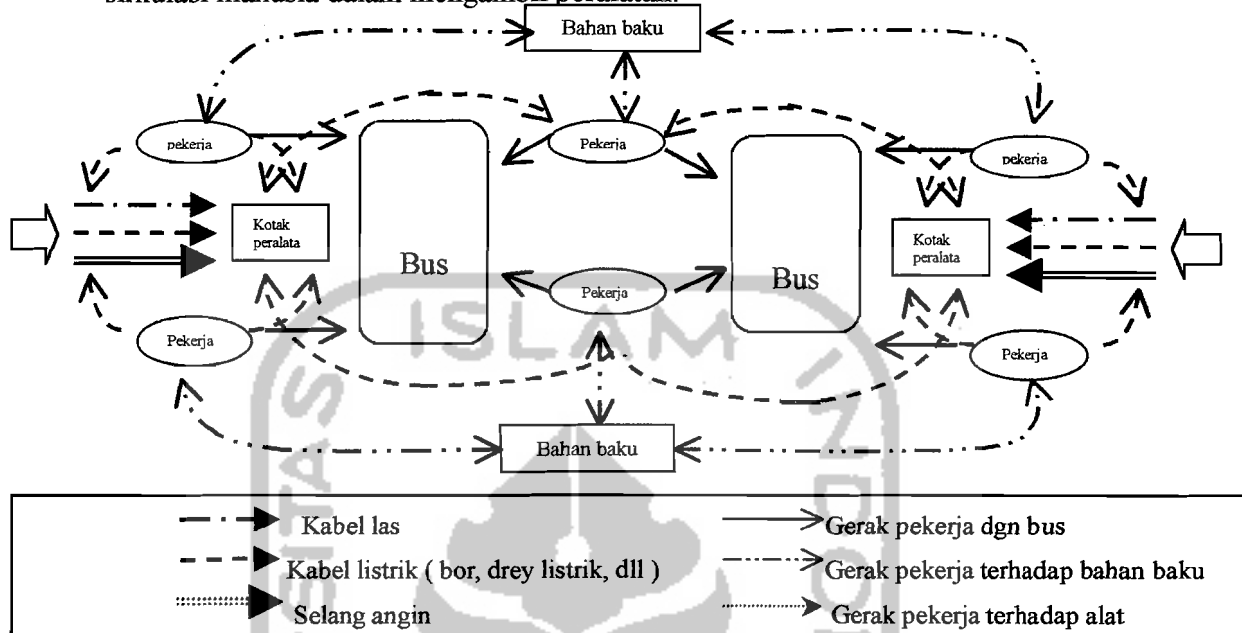
Gambar 37 : Kegiatan persiapan rangka dan sasis di karoseri bus.
(Sumber : PT Laksana, 2001)

Dari proses pengerjaan sasis dan rangka diatas dapat dilihat bahwa sirkulasi dan gerak manusia terhadap peralatan, bahan baku dan kendaraan masih kurang teratur. Mulai dari kotak peralatan yang kurang rapi, sistem pengelasan yang kurang aman, baik dari segi penempatan kabel las sampai dengan manusia yang menggunakan las tersebut kurang memperhatikan keamanan. Penempatan peralatan, bahan baku dan kendaraan terhadap gerak dan sirkulasi manusia dapat dilihat pada gambar di bawah :



Gambar 38. Sirkulasi sekunder dimana satu alat dan bahan baku dipakai lebih dari satu area pekerjaan
(Sumber PT Laksana, 2001)

Keuntungan dari sistem ini adalah membutuhkan peralatan yang lebih sedikit, karena peralatan dapat di pakai bersama-sama. Kerugiannya adalah terjadi cross sirkulasi manusia dalam mengambil peralatan.



Gambar 39 : Pergerakan sekunder 1 alat dan bahan baku dipakai lebih dari 1 area perkerjaan (Sumber. PT Laksana 2001)

Pergerakan dan pola sirkulasi ini banyak terjadi pada karoseri bus secara umum khususnya pada proses pelepasan suku cadang, persiapan rangka dan sasis, dan pengerjaan bodi kendaraan. Penggunaan peralatan dan bahan baku yang akan diproduksi, khususnya pada tahap pelepasan (*stripp off*), dan persiapan sasis dan rangka (*preparation*), belum tertata dengan teratur. Sehingga mengganggu sirkulasi dan pergerakan pekerja lain dalam penggunaan peralatan dan bahan baku secara bersama-sama.

Konsentrasi pekerja menjadi terbagi karena perletakan bahan baku dan peralatan yang dipakai bersama – sama, akibatnya pekerja yang lain harus menunggu untuk pemakaian peralatan yang sama.

Prinsip pemakaian tehnologi perbengkelan sekarang dapat diterapkan pada karoseri tersebut, antara lain dengan :

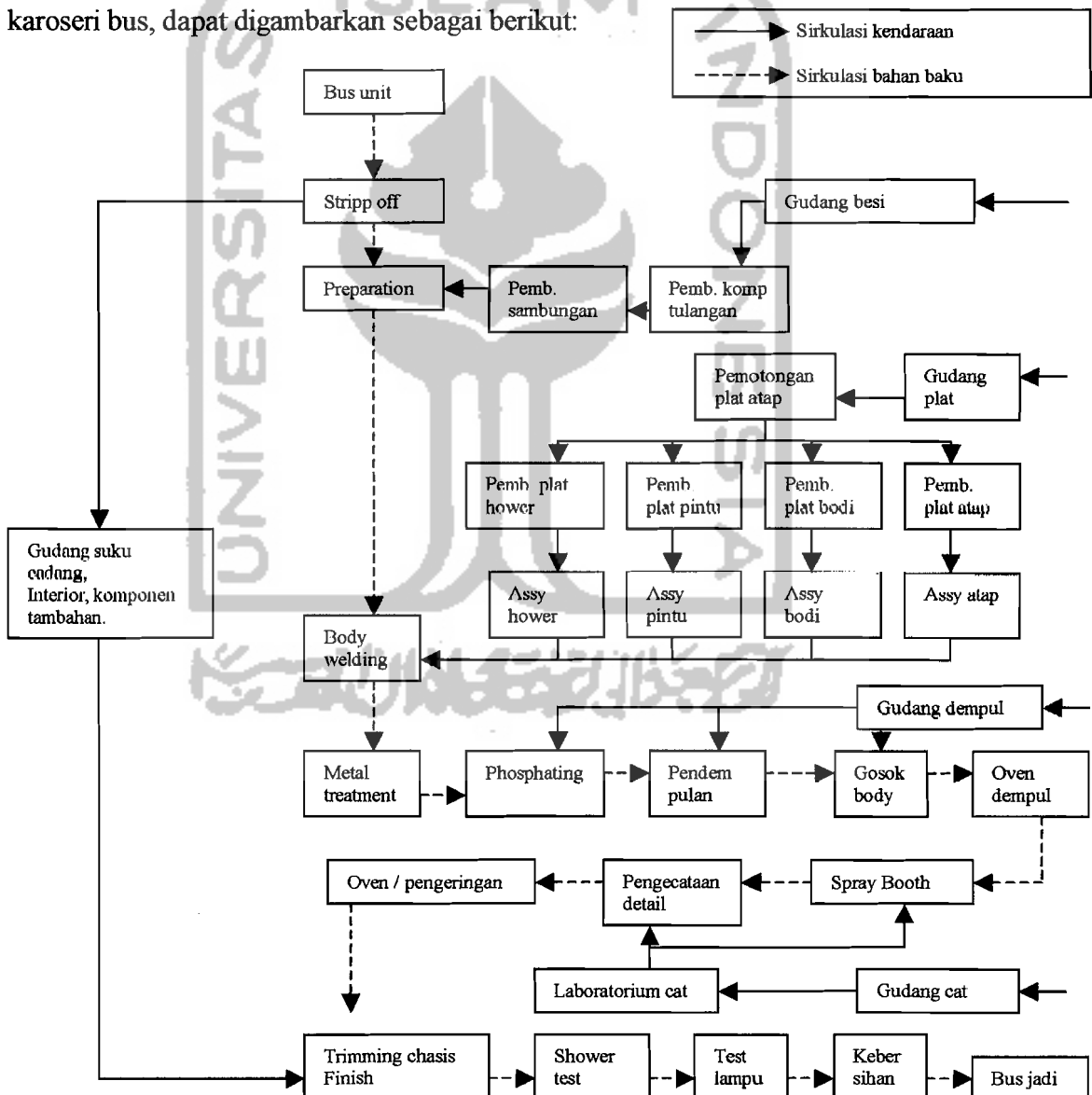
1. Jalur khusus antara kabel listrik, kabel las, dan selang angin untuk peralatan misalnya bor ,drey, atau las yang dekat dengan montir sehingga efisiensi pergerakan manusia dalam menggunakan peralatan lebih efisien dan teratur.
2. Pada setiap area perlu ada kotak peralatan , yang ditempatkan pada area tertentu yang terjangkau oleh pergerakan manusia , dan tidak mengganggu sirkulasi yang lain.

3. Sirkulasi kendaraan dilakukan baik secara vertikal dan horisontal dengan menggunakan peralatan seperti roda berjalan, tangga, dan katrol.

Dari analisa di atas di kaitkan dengan lay out by proses, peletakan peralatan pada industri karoseri bus yang tepat adalah pekerja mempunyai peralatan dan bahan baku sendiri dalam satu area pekerjaan dengan pertimbangan skill pekerja, dan ruang gerak terpendek yang di tempuh oleh pekerja.

2. Sirkulasi Bahan Baku Produksi

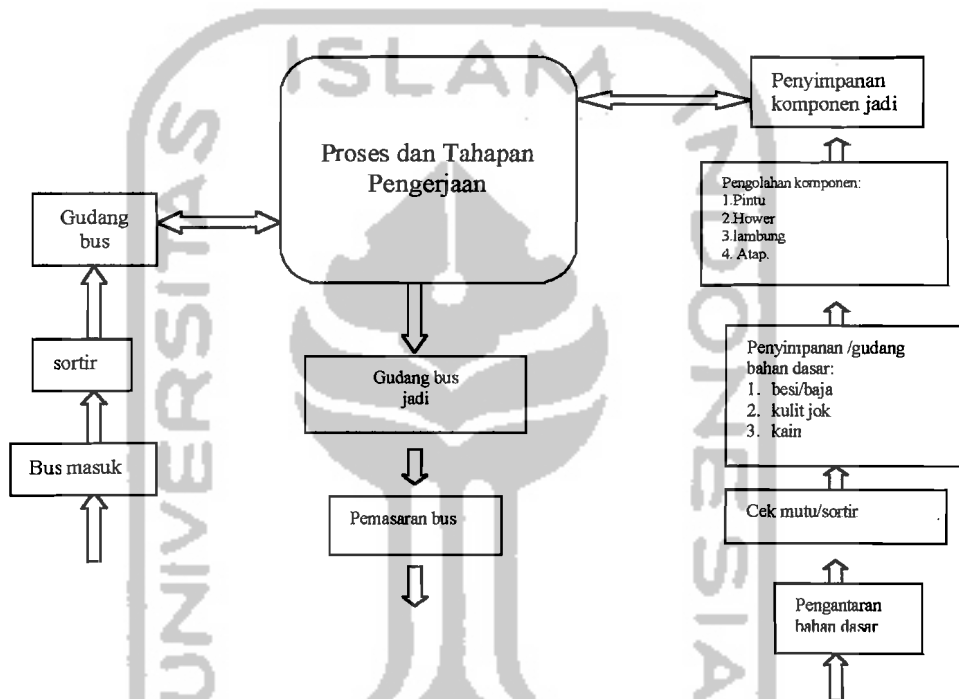
Sirkulasi bahan baku yang ada pada industri karoseri bus yang dibahas adalah sirkulasi bahan komponen produksi. Sirkulasi bahan baku dalam proses produksi dalam karoseri bus, dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 40 : Sirkulasi bahan baku terhadap proses produksi
(Sumber, New Armada 2001)

2.4.3. Sirkulasi Barang.

Sirkulasi barang pada Industri Karoseri Bus dibedakan menjadi dua yaitu sirkulasi komponen dan sirkulasi bahan baku. Sirkulasi komponen memiliki proses yang kaku dan terikat dengan suatu sistem yang tidak dapat diubah, karena memiliki urutan yang saling terikat satu dengan yang lain. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 1. proses dan tahapan pengerjaan. Sirkulasi bahan baku merupakan sirkulasi bahan dasar untuk di proses dahulu menjadi komponen siap rakit. Pola sirkulasi barang dapat dilihat pada diagram dibawah :

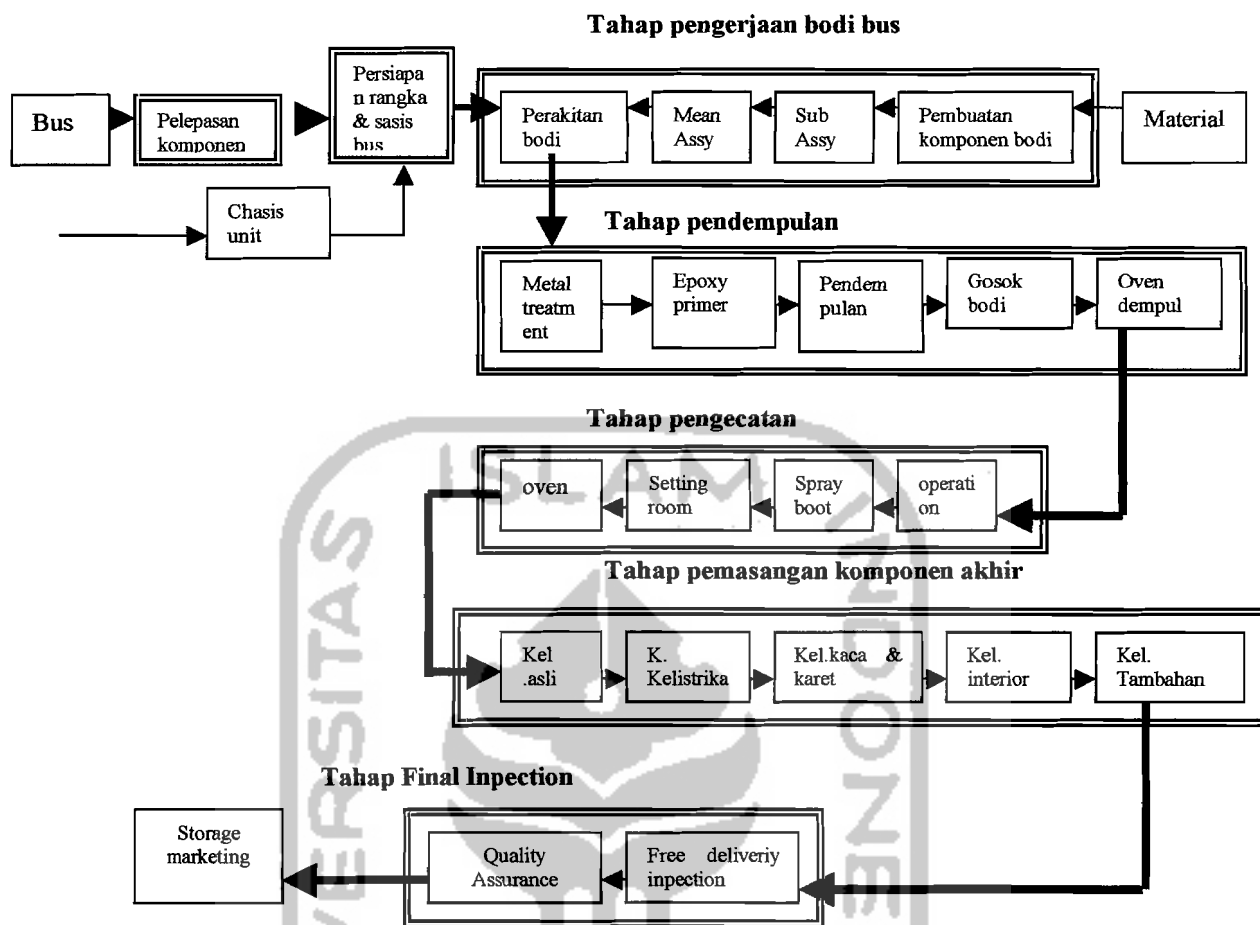


Gambar 41 : Pola Sirkulasi Barang

(Sumber: New Armada, 2001)

Sirkulasi kendaraan dapat dibagi lagi menjadi dua, yaitu : sirkulasi kendaraan produksi dan sirkulasi kendaraan non produksi. Sirkulasi kendaraan produksi, termasuk dalam proses dan tahap pengerjaan, sebagai produk yang nantinya akan di hasilkan. Sirkulasi kendaraan non produksi terdiri dari kendaraan pengunjung, kendaraan pengangkut bahan baku, parkir.

Berdasarkan lay out by proses maka sirkulasi dan pergerakan kendaraan produksi adalah :



Gambar 42 . Sirkulasi Kendaraan Produksi

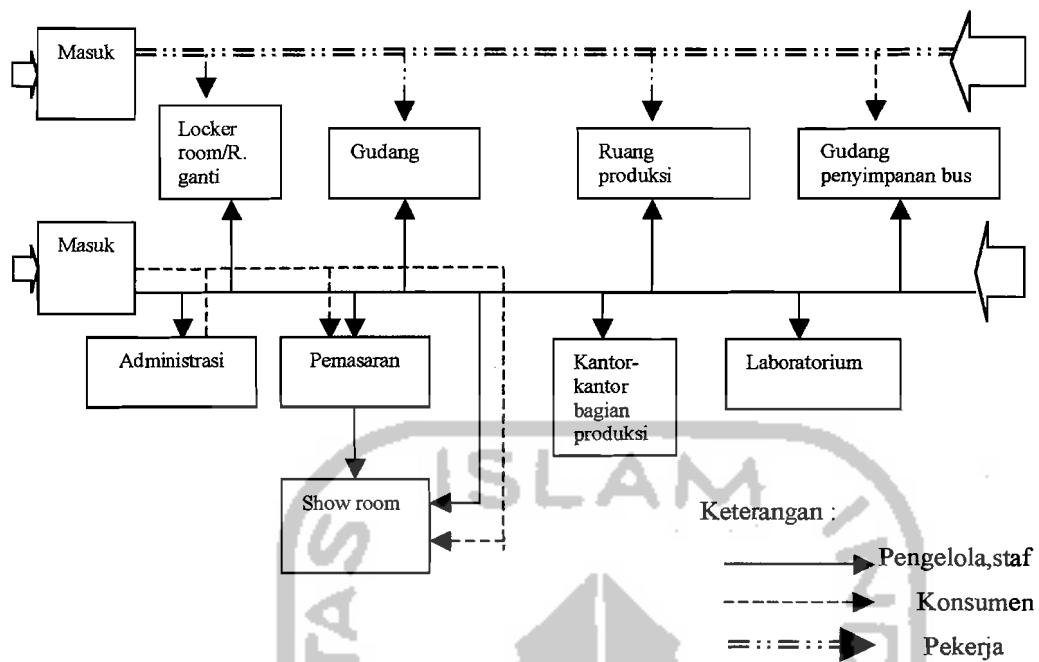
Berdasar pada proses dan tahapan pengerjaan, bentuk sirkulasi yang sesuai adalah pergerakan bolak-balik. Untuk tiap pergerakan di dalamnya di lakukan secara linear.



Gambar 43 : pola sirkulasi bolak balik
(Sumber. Ernst Neufert, 1995)

2.4.4. Sirkulasi Manusia

Sirkulasi manusia dapat dibagi menjadi sirkulasi pegawai, direksi dan tamu. Pola sirkulasi manusia dapat digambarkan sebagai berikut :

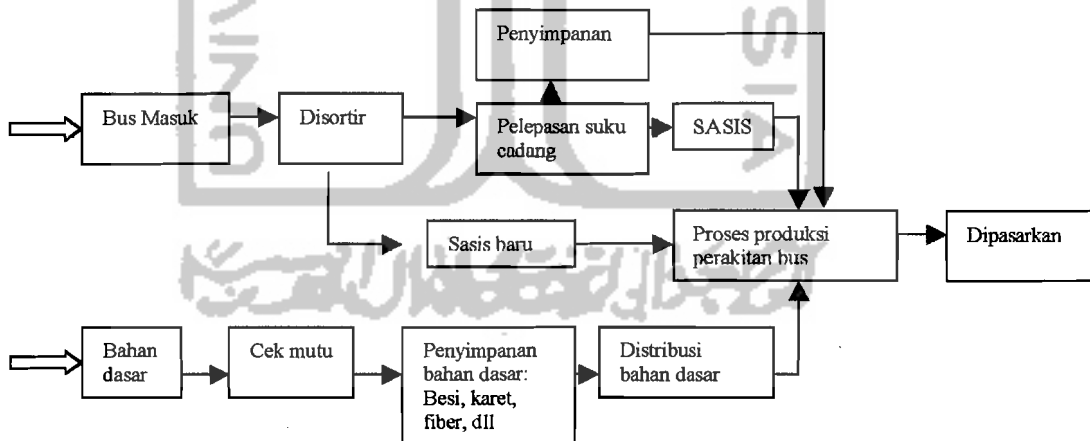


Gambar 44. Skema sirkulasi secara garis besar
(Sumber : New Armada, 2001)

2.4.5. Identifikasi Kegiatan

Pada Industri Karoseri bus terdapat 4 unsur pelaku kegiatan yaitu :

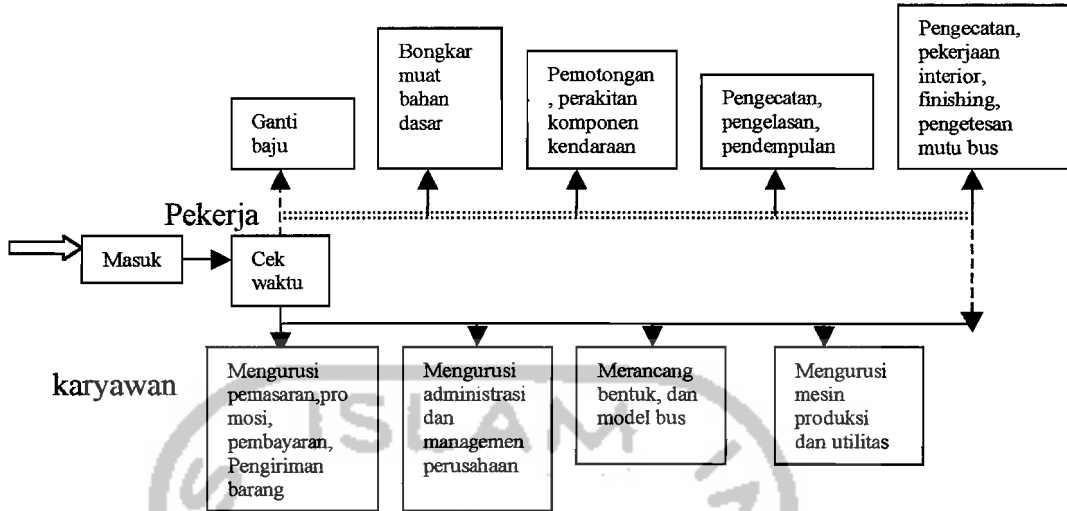
1. Bus dan Bahan Dasar , sebagai obyek.



Gambar 44. Kegiatan distribusi bus dan bahan dasar
(Sumber : New Armada, 2001)



2. Pekerja , sebagai subyek pelaksana produksi dan administrasi.



Gambar 45. Kegiatan pekerja produksi dan admisnistrasi

(Sumber: New Armada, 2001)

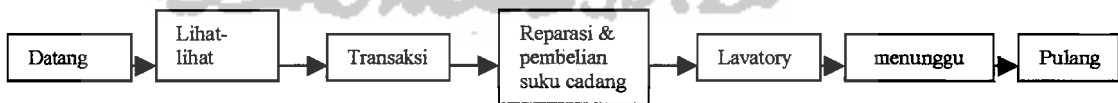
3. Pengusaha dan pengelola, sebagai pemasok modal konsumen.



Gambar 46. Kegiatan pengusaha dan pengelola

(Sumber: New Armada 2001)

4. Konsumen Sebagai subyek pemakai produksi.



Gambar 47. Kegiatan konsumen

(Sumber : New armada, 2001)

2.5. TINJAUAN MASALAH KEBISINGAN

2.5.1. Standart Kebisingan

Tiap bunyi yang tidak diinginkan oleh penerima dianggap sebagai bising meskipun bunyi tersebut relatif kecil intensitasnya. Tetapi , seseorang cenderung mengabaikan bising yang dihasilkan bila secara wajar bising tersebut menyertai pekerjaannya, seperti bunyi mesin

ketik atau bunyi mesin kerja lainnya.¹⁶ untuk kejelasan Tingkat bising pembanding dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10: Skala Kuat Bunyi

No	Kondisi perbandingan	Tingkat kebisingan
1.	Ambang Pendengaran (Ruang khusus Tanpa Gema)	0
2	Pernafasan normal	10
3	Gesekan daun terkena angin	20
4	Gedung bioskop kosong	30
5	Daerah pemukiman pada malam hari, percakapan lembut, kantor dan rumah tenang	40
6	Rumah makan yang sunyi , suara atau bunyi dalam rumah	50
7	Percakapan normal, bel sepeda jalan raya,transistor biasa.	60
8	Laulintas padat,radio keras,kantor besar	70
9	Orkes besar	80
10	Kereta api melalui jembatan besi, mesin perombak jalan pada jarak 3 m	90
11	Kereta api bawah tanah, klakson keras, kamar mesin.	100
12	Pabrik tekstil, bengkel riuh sekali.	110
13	Pesawat baling-baling waktu tinggal landas	120
14	Tembakan senapan mesin	130
15	Pesawat jet militer waktu tinggal landas	140
16	Terowongan angin	160
17	Roket ruang angkasa.	175

(sumber : Prasasto Satwiko , 1991)

Daerah besaran suara dan bising yang ditimbulkan pada industri karoseri bus adalah sebagai berikut :

Tabel 11 : Besaran Tingkat Kebisingan dan Suara.

no	Proses produksi	Tingkat kebisingan
1.	Pelepasan suku cadang Penggunaan alat/mesin produksi	90 dB
2.	Persiapan chasis dan rangka Penggunaan mesin dan alat produksi	90 dB
3.	Pembuatan body kendaraan. Adanya mesin produksi dengan tingkat bising rendah tapi terasa secara fisiik (getaran).	90-110 dB 600 – 1000 Hz
4.	Pendempulan	90 dB
5.	Pengecatan akhir Berdekatan dengan laboratorium & konsentrasi pekerja dalam pengecatan manual.	40 dB
6.	Pemasangan Kelengkapan Bus	60 – 90 dB
7.	Pemeriksaan akhir	60 dB

(Sumber : New Armada , 2001)

Terlihat pada tabel 5 dan 6 diatas, sebagai kondisi pembanding, yaitu untuk ruang produksi pembandingnya, bengkel yang riuh sekali tingkat bising yang dihasilkan adalah 110 dB (pada industri karoseri kebisingan yang dihasilkan dalam proses body welding pada

¹⁶ Doelle, Leslie L., *Akustik Lingkungan*, 1990

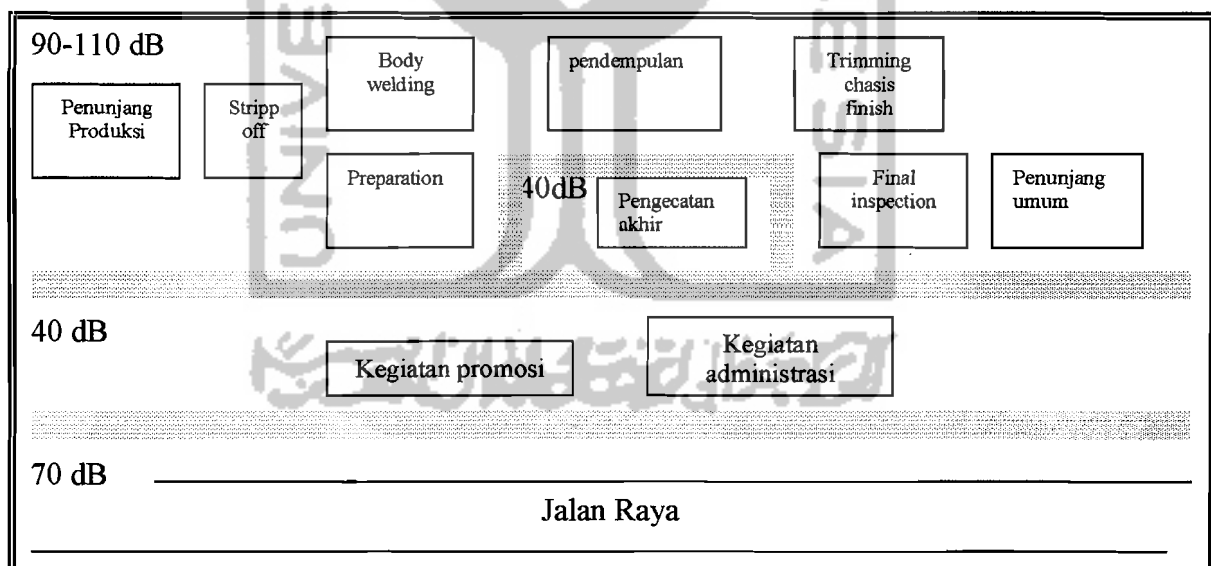
pembuatan komponen), Ruang administrasi dengan pembanding kantor tingkat bising 40 Db dan bising yang disebabkan lalu lintas yaitu 70 dB. Perlakuan khusus perlu dilakukan pada ruang top coat atau ruang pengecatan karena pada area ini berdekatan dengan laboratorium dan perlunya konsentrasi dari pekerja dalam melakukan pengecatan, khususnya pengecatan yang secara manual. Tingkat frekwensi yang dihasilkan adalah 600-1000 Hz, menimbulkan dampak pada getaran fisik akibat kerja mesin.

Hal lain yang perlu dilakukan pengendalian terhadap kebisingan adalah penataan lansekap dan elemennya dalam menanggulangi kebisingan yang ditimbulkan industri karoseri bus terhadap lingkungan sekitarnya.

Adapun kriteria tingkat bising adalah sebagai berikut ¹⁷:

1. 0 – 30 dB = sangat lemah
2. 20 – 40 dB = lemah
3. 40 – 50 dB = sedang
4. 60 – 80 dB = keras
5. 80 – 100 dB = sangat keras
6. > 100 dB = menulikan

Berdasar pada karakteristik kegiatan proses produksi dikaitkan dengan kebisingan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 48 : Pengelompokan Kegiatan Berdasarkan Tingkat Kebisingan.

2.5.2. Penanggulangan kebisingan

1. Terhadap Ruang Luar

Menggunakan pereduksi bunyi vegetasi dan pemberian jarak antara sumber bunyi dan penerimanya.

¹⁷ Y.B. Mangunwijaya, *Fisika Bangunan*,

Tabel 12 : Kemampuan Reduksi Vegetasi

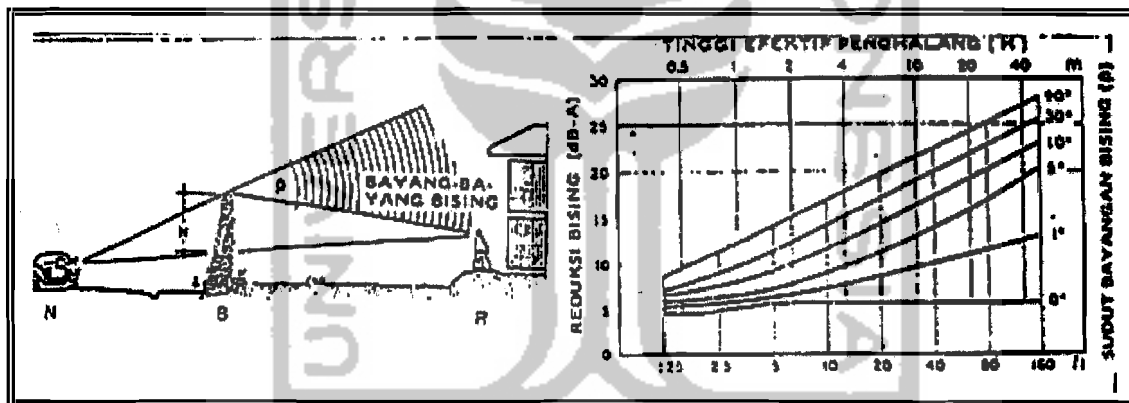
Lebar halaman muka (M)	Pengurangan Kebisingan Oleh Tanaman Berdaun	
	Jarang (%)	Rapat (%)
10	3	8
20	7	11
40	11	13

(Sumber : YB. Mangunwijaya, , *Pengantar Fisika Bangunan*, 2000)

Jenis vegetasi tersebut adalah :

- 1). Tanaman rapat : Beringin, daun salam, galinggem, kayu manis, kenari tanjung, bengur dll.
- 2). Tanaman Renggang : Cemara Norfolk, cemara kipas, damar, glodogan tiang, nam-nam, sawo kecil, bunga saputangan, DLL

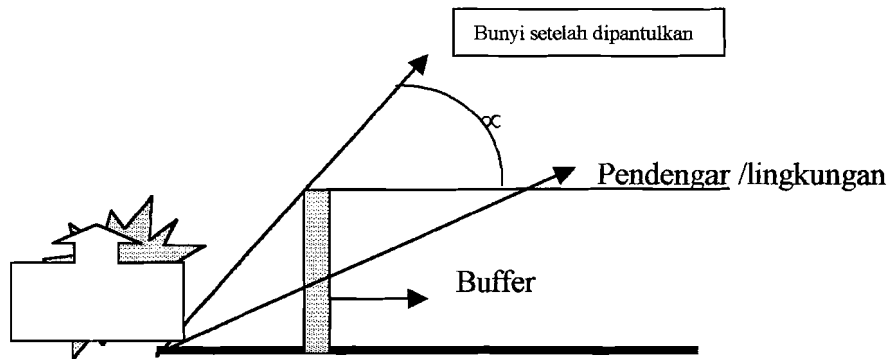
Dengan menggunakan penghalang, seperti tembok tinggi, gundukan tanah antara sumber bunyi dan daerah yang membutuhkan perlindungan.



Gambar 49 : Tingkat Penghalang Efektif

(Sumber : YB. Mangunwijaya, 2000)

Dari gambar tersebut di atas dapat diambil pengertian , barrier dapat bekerja secara efektif bila diatur jarak bangunan dengan sumber bunyi. Permainan tinggi rendah lansekap, ketinggian dinding, dan pemakaian bahan atau materi dapat mempengaruhi perambatan bunyi yang keluar dari sumber bunyi terhadap lingkungan.



Gambar 50. Perlindungan terhadap sumber bunyi

(Sumber: Ernst Neufert, 1996)

Pada kelandaian bidang, tembok dan perlindungan lainnya, ukuran pengaruh perlindungan bunyi untuk bermacam-macam panjang gelombang dipengaruhi oleh sudut (α) yang diberikan terhadap tinggi penghalang.

Untuk perlindungan terhadap bunyi ada kemungkinan penanganan yaitu:

- 1). Perencanaan gedung yang benar. Ruang tempat sumber bunyi .
- 2). Konstruksi dinding dalam yang melindungi bunyi, terutama konstruksi jendela dan pintu dalam yang melindungi bunyi, serta instalasi ventilasi
- 3). Pelindung bunyi dengan kondisi bidang tanah yang baik, kelandaian tanah serta tembok atau tanaman.

2. Terhadap Ruang Dalam

- 1). Menggunakan dinding akustik, pada ruang sumber bunyi dan ruang penerima.
- 2). Struktur penanggulangan kebisingan.
 - a. Peredam getaran sebagai sumber bunyi

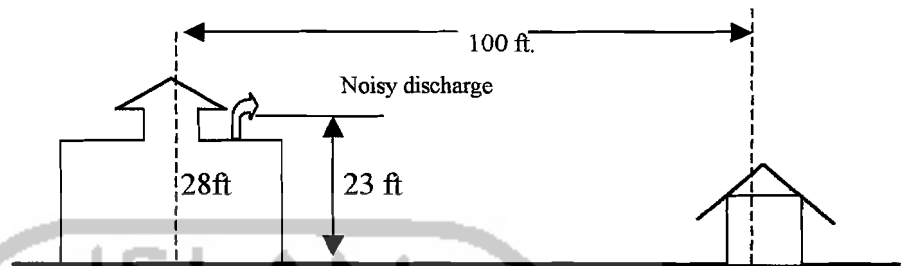
Pada bangunan industri , selain timbul getaran-getaran yang dapat di dengar (antar 20-20.000 Hz) banyak kemungkinan timbul getaran yang tidak terdengar (<20 Hz atau > 20.000Hz).¹⁸ Getaran di bawah 20Hz walaupun tidak terdengar tapi dapat dirasakan secara fisik. Pada industri karoseri bus terdapat pada area *body welding*, karena area ini terdapat mesin *press bodi bus* (600 Hz- 1000 Hz).

Perlakuan yang klasik adalah dengan membuat peredam getaran atau pondasi terapung atau terlepas dari pondasi bangunan.

¹⁸ Ernst. Neufert. *Data Arsitek*, 1997.

b. Penggunaan *noisy discharge* pada atap.

Penggunaan *noisy discharge* bayak digunakan pada bangunan industri, khususnya pabrik tersebut dekat dengan lingkungan penduduk.¹⁹



Gambar 51. Penggunaan *noisy discharge*

(Sumber. Industrial accoustic control,1970)

c. Konstruksi lantai, langit – langit, dan atap.

Kalau bising di udara harus diisolasi dengan dinding, konstruksi lantai dan langit-langit secara akustik harus harus menyediakan perlindungan terhadap bising di udara. Pengendalian bising pada lantai dan langit-langit dapat dilakukan dengan cara memakai permukaan yang elastik , lantai yang menyambung, atau langit-langit gantung.²⁰

Pada karoseri bus cara-cara tersebut dapat dilakukan pada area tertentu misalnya pada bagian ruang kantor,dan laboratorium .

d. Konstruksi pintu dan Jendela.

Pintu dan jendela merupakan elemen komponen yang lemah dalam eksterior dan dinding karena berat permukaannya ada jauh dibawah berat permukaan dinding eksterior. Jendela dan pintu memberikan keuntungan akustik dengan memperbolehkan bising ekterior melewati bangunan, sehingga dapat menutupi bising yang datang lewat dinding atau lantai. Penanggulangan kebisingannya dengan menggunakan sistem *partition* atau penyekat baik secara vertikal atau horisontal.²¹

¹⁹ Bruce Ladem, *Industrial Accoustic Control*,1970

²⁰ Leslie L Doelle, *Akustik Lingkungan* , 1993

²¹ Leslie L Doelle, *Akustik Lingkungan* , 1993

2.6. GARIS BESAR PENATAAN RUANG BANGUNAN INDUSTRI

2.6.1. Macam ruang

Pada dasarnya setiap areal industri dapat dibagi menjadi dua bagian besar sesuai dengan iklim yaitu di dalam ruang (indoor) dan di luar ruang (outdoor) dengan pertimbangan :

1. Jumlah pekerja relatif sedikit di banding unit area pabrik.
2. Dimensi alat sedemikian besar sehingga akan lebih ekonomis bila sistem perlindungan bukan merupakan bangunan dan pemantauan cukup dari bangunan pusat pengendali yang kecil saja.
3. Material tidak dipersyaratkan untuk dilindungi.

Cara membagi lainnya berdasarkan kedudukan kegiatan yang diwadahi dalam sistem produksi keseluruhan menjadi bagian perkantoran (administrasi), bagian produksi, fasilitas pendukung, bagian penyimpanan dan servis.

Bangunan industri tentunya mempunyai banyak ruang yang disesuaikan dengan kegiatan yang ada dan untuk menggabungkan macam-macam ruang pada suatu denah bangunan yang terpadu ada dua pendekatan rancangan yaitu¹⁹ :

1. *General purpose Building*

Lebih banyak disukai karena lebih luwes dan memungkinkan untuk lebih mudah di jual, sebab :

- 1). Menggunakan rancangan standart
- 2). Menggunakan material bangunan standart.
- 3). Menggunakan konstruksi umum.

2. *Special Building*

Dirancang tepat sesuai kebutuhan kegiatan, oleh karena itu secara teoritis lebih sempurna dalam membantu menumbuhkan suasana kerja yang lebih baik.

2.6.2. Pertimbangan Keamanan

Faktor keamanan dalam rancangan bangunan industri sangat penting dan menjadi bagian yang di padukan dengan keamanan yang dipersyaratkan oleh kegiatan dalam bangunan tersebut.

¹⁹Prasasto Satwiko, *Perancangan Bangunan Industri*, 1991

Keamanan yang baik harus dapat melindungi seluruh isi bangunan dan lingkungan sekitar, secara psikologis, pengamanan dapat dicapai dengan menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan tidak menimbulkan sistem pemadam kebakaran.²²

Tempat-tempat yang memiliki tingkat bahaya tinggi antara lain ;

- 1). Ruang untuk pengadaan energi (bahaya kebakaran, ledakan , gas beracun).
- 2). Ruang berisi mesin penggerak / berputar dan bising (bahaya terlibas roda atau sabuk mesin, tumbukan , kebisingan).
- 3). Ruang untuk proses kimia (bahaya ledakan, Zat /asap beracun).

2.7. PERSOALAN – PERSOALAN DESAIN

1. Fungsi dan Kelompok Bangunan

Pada industri karoseri bus dibagi menjadi 3 bangunan berdasarkan fungsi dan kelompok bangunannya yaitu : Bangunan pengelola, bangunan produksi, dan bangunan penunjang.

2. Proses Produksi

Tahapan produksi bus ini melalui proses antara lain desain, pembuatan bodi bus, pemasangan bodi, pengecatan, pemasangan interior, dan diakhiri dengan finishing.

Dampak dominan yang diakibatkan dari proses produksi karoseri bus adalah kebisingan . Tingkat kebisingan yang dihasilkan antara 60dB – 110 dB untuk pemakaian mesin-mesin produksi. Selain bunyi bising juga tingkat frekwensi rendah sebagai akibat getaran mesin berat. Gangguan ini tidak bising di telinga tapi terasa secara fisik. Sehingga perlu penanganan yang berbeda-beda terhadap sumber bising yang dihasilkan sehingga tidak mengganggu baik itu dalam lingkungan bangunan itu sendiri dan lingkungan di luar bangunan khususnya.

3. Limbah Industri Karoseri Bus

Selain bising limbah yang dihasilkan oleh industri karoseri adalah limbah gas dan debu, limbah padat, dan limbah cair. Limbah padat lebih mudah dalam pengelolaannya karena dapat didaur ulang, sedang limbah cair dan gas perlu penanganan khusus sebelum dilepas ke luar bangunan.

²² Prasasto Satwiko, *Perancangan Bangunan Industri*, 1991

4. Utilitas Bangunan Karoseri bus.

Jaringan utilitas yang menyusun pada industri karoseri bus meliputi jaringan listrik, jaringan air bersih, jaringan gas, sistem pemadam kebakaran, sistem penangkal petir, sistem pengkondisian udara, sistem komunikasi dan sistem transportasi.

5. Bahan yang digunakan

Bahan-bahan di atas didistribusikan pada bagian gudang untuk dilakukan penyortiran bahan dasar sebelum masuk ke dalam bagian produksi. Dampak yang ditimbulkan adalah sirkulasi bahan dasar yang kurang efisien sehubungan dengan ruang penyimpanan dan penyortiran yang terpisah, disesuaikan dengan jenis barang dan proses produksi yang akan dilakukan.

6. Waktu Pengerjaan.

Kegiatan karoseri bus menggunakan belum menggunakan teknologi *full automatic manufacturing*, agar mampu menyerap tenaga kerja dari lingkungan sekitar. Waktu yang diperlukan masih dipengaruhi oleh gerak manusia yang masih terbatas dan tidak secepat dan seluas mesin.

7. Jenis dan Kapasitas Produksi

Karoseri kendaraan di Surakarta memproduksi kendaraan penumpang dengan kategori kendaraan bus, karena kendaraan ini yang banyak dipergunakan oleh masyarakat sebagai sarana transportasi umum yang murah.

8. Peralatan yang Digunakan dan Operator

Produksi pada industri karoseri bus tidak menggunakan sistem *full automatic technology* dan sebagian besar kegiatan mengandalkan kemampuan manusia. Peralatan yang digunakan merupakan peralatan bengkel pada umumnya (las, obeng, bor tangan, dsb.) dan peralatan karoseri modern (Mesin bubut, hidraulic skrab, nimbler machine, dsb).

9. Studi Besaran Ruang

Diperoleh berdasarkan studi beberapa literatur dan data analisis. Berdasar pada study besaran ruang tersebut sebagai penentu efisiensi ruang gerak dan sirkulasi sekunder antara pekerja, peralatan, produk dan proses produksi secara keseluruhan . Efisiensi disini adalah mendapatkan ruang gerak dan sirkulasi terpendek pada proses dan tahapan pengerjaan produksi .

10. Sistem Sirkulasi.

Penyusunan ruang dalam bangunan industri karoseri bus adalah lay out by proses (function). Sistem sirkulasi dan ruang gerak yang dipilih yaitu: Pekerja mempunyai alat dan bahan baku (komponen) sendiri dalam satu area pekerjaan. Dasar pertimbangan efisiensi dengan menggunakan faktor-faktor diatas adalah keahlian pekerja dalam melakukan pekerjaan sesuai dengan bidangnya masing – masing dan didukung dengan ruang gerak terpendek antara pekerja dengan peralatan, bahan baku terhadap kendaraan dan mesin dalam melakukan proses produksi.

Sirkulasi pada gedung industri karoseri bus terdiri dari sirkulasi manusia, kendaraan produksi dan sirkulasi bahan baku.

Penerapan tehnologi perbengkelan pada industri karoseri sebagai perwujudan dari efisiensi sirkulasi dan pergerakan sekunder.

Bentuk sirkulasi yang sesuai adalah pergerakan bolak-balik. Untuk tiap pergerakan di dalamnya di lakukan secara linear.

11. Sistem Kebisingan

Dari hasil analisa diatas sebagai kondisi pembanding, yaitu untuk ruang produksi pembandingnya, bengkel yang riuh sekali tingkat bising yang dihasilkan adalah 110 dB (pada industri karoseri kebisingan yang dihasilkan dalam proses body welding pada pembuatan komponen), Ruang administrasi dengan pembanding kantor tingkat bising 40 Db dan bising yang disebabkan lalu lintas yaitu 70 dB. Perlakuan khusus perlu dilakukan pada ruang top coat atau ruang pengecatan karena pada area ini berdekatan dengan laboratorium dan perlunya konsentrasi dari pekerja dalam melakukan pengecatan, khususnya pengecatan yang secara manual. Tingkat frekwensi yang dihasilkan adalah 600-1000 Hz, menimbulkan dampak pada getaran fisik akibat kerja mesin.

Hal lain yang perlu dilakukan pengendalian terhadap kebisingan adalah penataan lansekap dan elemennya dalam menanggulangi kebisingan yang ditimbulkan industri karoseri bus terhadap lingkungan sekitarnya.

11. Garis Besar Penataan Ruang Bangunan Industri

Penataan ruang industri karoseri bus baik di luar atau di dalam bangunan dengan fasilitas pendukung, gudang, dan servis dengan pendekatan perancangan *special building*.

12. Pertimbangan Keamanan

Keamanan yang baik harus dapat melindungi seluruh isi bangunan dan lingkungan sekitar, secara psikologis, pengamanan dapat dicapai dengan menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan tidak menimbulkan sistem pemadam kebakaran.²³



²³ Prasasto Satwiko, *Perancangan Bangunan Industri*, 1991