

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penjadwalan Proyek Kereta

Perencanaan dan penjadwalan dilakukan pada proyek desain Kereta Penumpang Ekonomi (K3-AC) dan Kereta Makan Pembangkit (MP3-AC) berdasarkan *Most likely time* (dari perusahaan) dan kombinasi dari tiga pendugaan waktu (*optimistic time*, *pessimistic time*, dan *most likely time*). Dimana penjadwalan terlampir.

4.2 Meratakan Penggunaan Sumber daya manusia

Pemerataan sumber daya ini digunakan untuk mengontrol penggunaan sumber daya agar tidak terjadi fluktuasi yang tajam dalam penggunaan sumber daya, walaupun seringkali keadaan seperti ini pada suatu periode tertentu tidak dapat dihindarkan. Pemerataan ini dapat dikerjakan secara grafis dengan membuat koordinat X yang menunjukkan kurun waktu (bulan) dan koordinat Y yang menunjukkan sumber daya manusia (jumlah personil). Jalur kritis dan *float* komponene-komponen kegiatan yang telah didapat, kemudian digambarkan pada koordinat yang telah disiapkan, sedangkan komponen kegiatan non kritis diatur dengan menggeser-geser guna menghindari fluktuasi yang tajam.

4.2.1 Pemerataan Sumber Daya Manusia Kereta Penumpang Ekonomi (K3-AC)

Untuk pemerataan penggunaan sumber daya manusia untuk Kereta Penumpang Ekonomi terlebih dahulu menentukan *predecessor* masing-masing kegiatan dan durasi waktunya. Kemudian baru dilakukan pemerataan penggunaan sumber daya manusia.

4.2.1.1 Pemerataan Sumber Daya Manusia Berdasarkan *Most Likely Time*

Pemerataan penggunaan sumber daya manusia untuk Kereta Penumpang Ekonomi ini berdasarkan atas *Most Likely Time*, dalam hal ini tanpa mempertimbangkan pendugaan waktu lainnya.

Tabel 4.1 Kegiatan-kegiatan dengan perkiraan kurun waktunya (K3-AC)

Group No.	ENGINEERING PROCESS & DETAIL DESIGN	Kode Keg.	Prodess.	Waktu (hari)
	K3-AC			
	DETAIL DESIGN			95
00	ARRANGEMENT			3
	CARBODY STRUCTURE	A	-	52
21	Underframe	A1	-	14
22	Side Wall	A2	-	32
23	Body end	A3	-	21
25	Roof	A4	-	29
26	Articulation	A5	A3	9
27	Framework for partition	A6	A5	40
	PAINTING & INSULATION	B	-	20
28	Painting & marking	B1	A-20 day	20
29	Insulation(thermal and acoustic)	B2	A	3
	EQUIPMENT	C	A1,A2	46
30	Equipment around U / F	C1	A1,A3	7
31	Equipment beneath U / F	C2	A1,C1	19
32	Piping beneath U / F	C3	A1	19
34	Brake Mechanism Beneath The Undrframe	C4	A1	14
36	Equipment Above Underframe	C5	A1	12
40	Equipment on side wall	C6	A2	41
44	Hinge	C7	-	2
46	Equipment on body end	C8	A1,A3	25
49	Equipment For Cabling on Body End	C9	A3	7
	INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION	D	A4	57
50	Instalation on roof	D1	A4	15
51	Instalation In The Roof and Partition Walls	D2	A6,C2	19
52	Piping on the roof, in roof and partition	D3	D2	9
56	Hinge(2)	D4	-	2
59	CABLING	E	A1,A2	63
	INTERIOR LINING	F	-	55
63	Floor	F1	A1	8
64	Lining of side wall	F2	A2-5 day	30
65	Partition wall	F3	A6	15
66	Internal Doors	F4	A1,A2	15
67	Ceiling	F5	A1,A4	20
	INTERIOR FITTING	G	A1	32
70	Interior Fitting of WC, Toilet	G1	A1	10
73	Interior fitting of passenger comp	G2	A1,G1	10
75	Interior Fitting of Kitchen + Bar	G3	A1	10
76	Back-up controller	G4	C7	12
	SYSTEMS	H	-	9
86	Electrical system	H1	-	9
89	Safety protection	H2	-	5

Sumber: Data perusahaan diolah

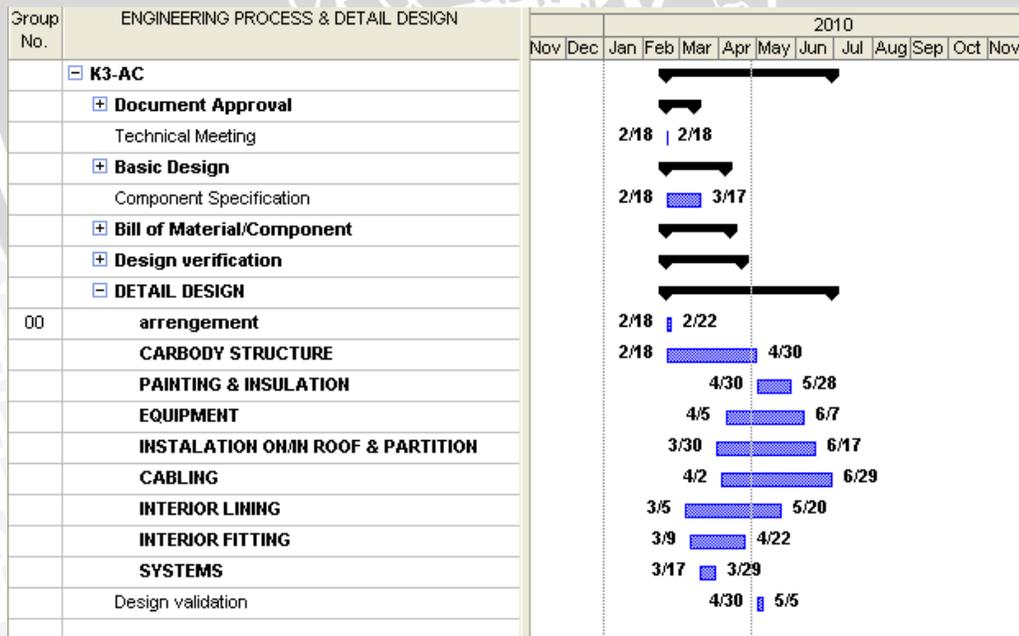
Untuk memudahkan di dalam pemerataan sumber daya manusia maka yang dijadwalkan hanya pada pokok kegiatan *Detail Design* yaitu *carbody structure, painting, equipment, installation, cabling, interior lining, interior fitting, dan system*.

Tabel 4.2 Kegiatan-kegiatan dengan perkiraan kurun waktunya (K3-AC)

Engineering Design & Proses Design	Kode Keegiatn	Late Start	Late Finish	Early Start	Early Finish	Slack	Day
CARBODY STRUCTURE	A	18-Feb-10	13-May-10	18-Feb-10	30-Apr-10	0	52
PAINTING & INSULATION	B	26-May-10	22-Jun-10	3-May-10	28-May-10	17	20
EQUIPMENT	C	8-Apr-10	22-Jun-10	5-Apr-10	7-Jun-10	3	46
INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION	D	14-May-10	22-Jun-10	30-Mar-10	17-Jun-10	3	57
CABLING	E	2-Apr-10	29-Jun-10	2-Apr-10	29-Jun-10	0	63
INTERIOR LINING	F	12-May-10	22-Jun-10	5-Mar-10	21-May-10	22	55
INTERIOR FITTING	G	10-Mar-10	4-Aug-10	9-Mar-10	22-Apr-10	74	32
SYSTEMS	H	10-Jun-10	22-Jun-10	17-Mar-10	30-Mar-10	74	9

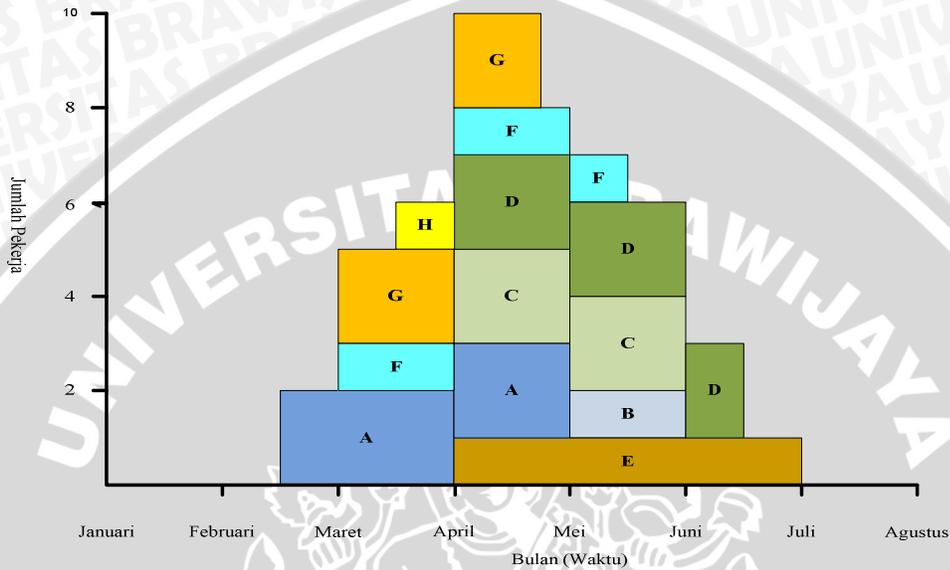
Sumber: Data perusahaan diolah

Sedangkan *gant chart* untuk kegiatan-kegiatan dalam mendesain Kereta Penumpang Ekonomi (K3-AC) adalah sebagai berikut :



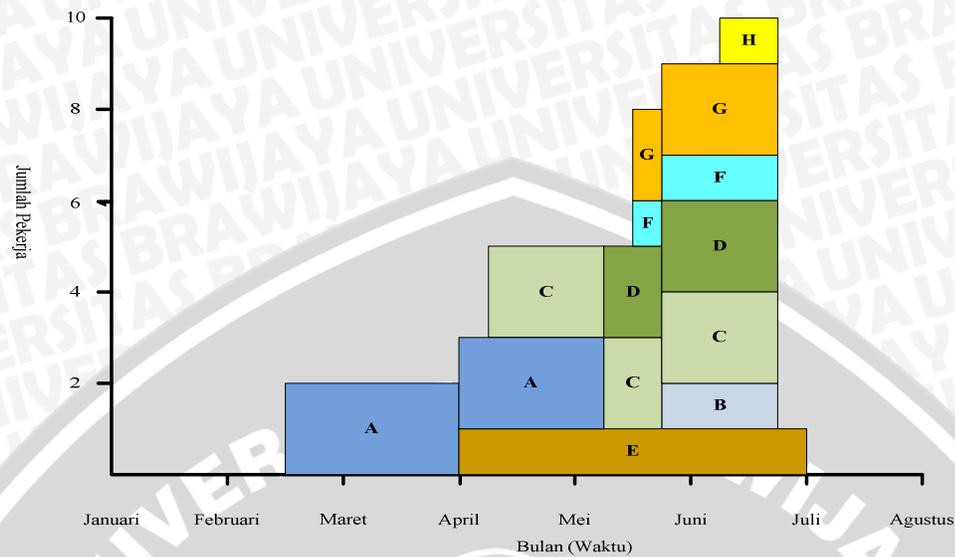
Gambar 4.1 *Gant Chart* untuk K3-AC
 Sumber: Data perusahaan diolah

Pada gambar 4.1 lintasan kritis terletak pada jalur A (*carbody structure*) dan E (*cabling*). Dari data pada tabel 4.2 kemudian digambarkan kebutuhan sumber daya manusia sesuai dengan pelaksanaan aktivitas ES (*Early Start*).



Gambar 4.2 Penjadwalan personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai ES (*Early Start*)

Dari gambar 4.2 diketahui bahwa kebutuhan pekerja pada pelaksanaan aktivitas sesuai ES (*Early Start*) terlihat bahwa terjadi fluktuasi yang tajam baik itu kenaikan maupun penurunan kebutuhan pekerja. Dimana pada awal Maret (minggu ke-1) terjadi peningkatan pekerja dari 2 orang menjadi 5 orang, kemudian terjadi peningkatan kembali di bulan April (minggu ke-1) sebanyak 10 orang, tetapi mulai mengalami penurunan jumlah pekerja sampai 2 orang pada bulan Juni (minggu ke-3) untuk bulan Februari (minggu ke-3) adalah 2 orang,



Gambar 4.3 Penjadwalan personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai LS (*Late Start*)

Pada gambar 4.1 lintasan kritis terletak pada jalur A (*carbody structure*) dan E (*cabling*). Dari data pada tabel 4.2 kemudian digambarkan kebutuhan sumber daya manusia sesuai dengan pelaksanaan aktivitas LS (*Late Start*).

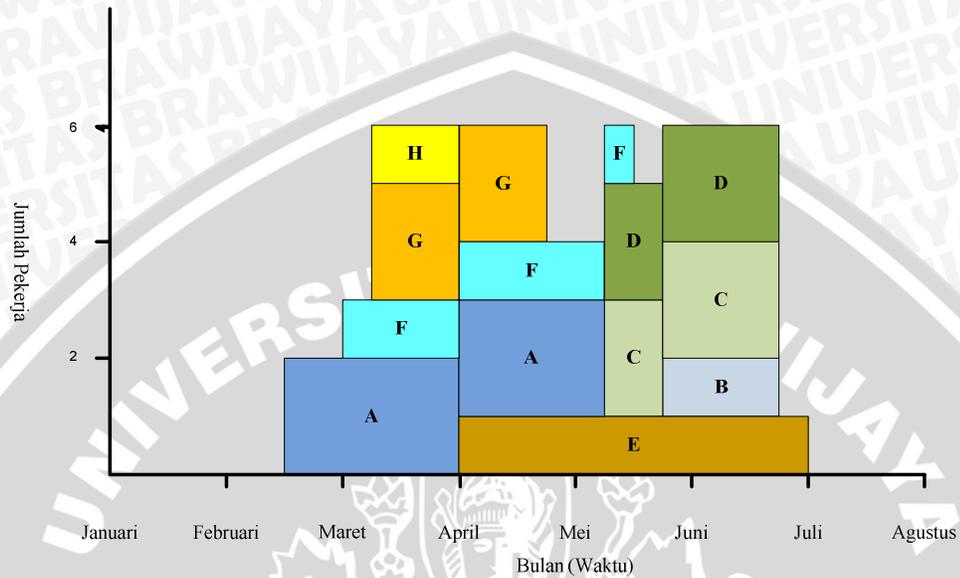
Dari gambar 4.3 diperoleh data bahwa terjadi kenaikan tajam untuk kebutuhan pekerja pada bulan Mei (minggu ke-3) dari 5 orang menjadi 9 orang pada bulan Mei (minggu ke-4). Kemudian terjadi penurunan jumlah pekerja yang tajam pada bulan Juni (minggu ke-4) dari 10 orang menjadi 1 orang pada bulan Juli (minggu ke-1).

Hal tersebut dapat diperbaiki dengan menggeser kegiatan non kritis yaitu kegiatan B, C, D, F, G dan H. Kegiatan B dikerjakan mulai bulan Mei (minggu ke-4), kegiatan C dan D dikerjakan mulai bulan Mei (minggu ke-2), kegiatan F dilakukan mulai bulan Mei (minggu ke-1), kegiatan G dilakukan mulai bulan Maret (minggu ke-2) dan kegiatan H dimulai pada bulan Juni (minggu ke-2). Kemudian digambarkan kebutuhan sumber daya manusia setelah diratakan berdasarkan gambar 4.2 dan gambar 4.3.

Gambar penjadwalan kebutuhan pekerja setelah di kombinasi dapat dilihat pada gambar 4.4 Setelah dijadwalkan kembali diketahui bahwa kebutuhan pekerja paling tinggi adalah 6 orang pada bulan Maret (minggu ke-2) sampai dengan bulan April (minggu ke-4), bulan Mei (minggu ke-2) dan bulan Mei (minggu ke-4) sampai dengan bulan Juni (minggu ke-4).

Jadi dengan hasil yang diperoleh tersebut dapat dilihat jika penjadwalan kebutuhan pekerja setelah dikombinasikan menjadi lebih merata jika di bandingkan penjadwalan

personil sesuai waktu ES (*Early Start*) dan LS (*Latest Start*). Dengan demikian tingkat maksimum kebutuhan pekerja dapat dikurangi menjadi 6 orang.



Gambar 4.4 Penjadwalan personil (setelah diratakan)

Keterangan gambar :

- CARBODY STRUCTURE
- PAINTING & INSULATION
- EQUIPMENT
- INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION
- CABLING
- INTERIOR LINING
- INTERIOR FITTING
- SYSTEM

4.2.1.2 Pemerataan Sumber Daya Manusia Menggunakan Kombinasi Waktu

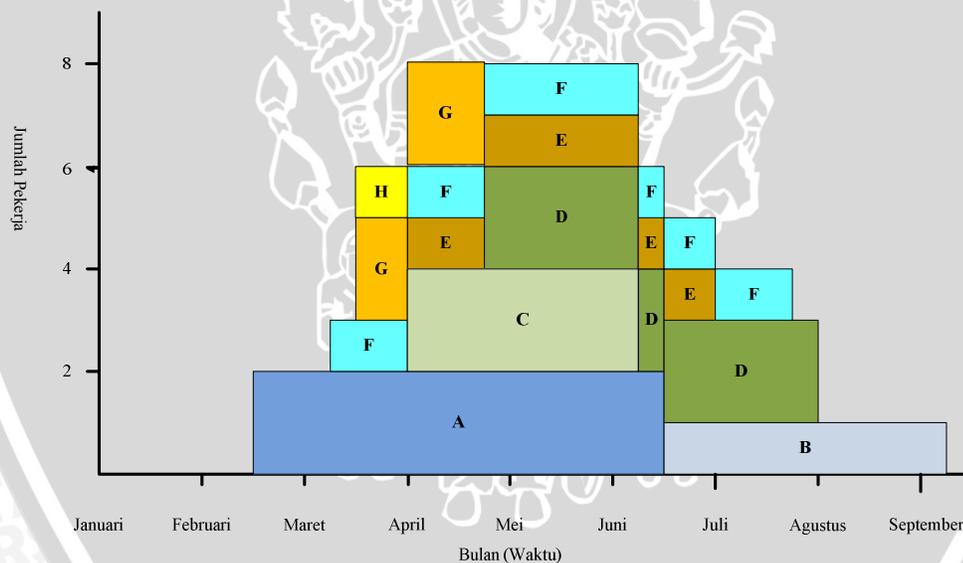
Pemerataan penggunaan sumber daya manusia untuk Kereta Penumpang Ekonomi ini menggunakan kombinasi tiga pendugaan waktu (*optimistic time*, *pessimistic time*, *most likely time*). Berdasarkan dari *Progress Report* Proyek K3-AC sampai dengan Bulan April 2010, untuk kegiatan yang masih memiliki sisa gambar kita menggunakan *pessimistic time* dan untuk kegiatan yang tidak memiliki sisa gambar kita menggunakan *optimistic time*.

Tabel 4.3 Kegiatan-kegiatan dengan perkiraan kurun waktunya (K3-AC)

Engineering Design & Proses Design	Kode Keegiatn	Late Start	Late Finish	Early Start	Early Finish	Slack	Day
CARBODY STRUCTURE	A	23-Feb-10	21-Jun-10	18-Feb-10	21-Jun-10	0	88
PAINTING & INSULATION	B	22-Jun-10	9-Sep-10	22-Jun-10	9-Sep-10	0	58
EQUIPMENT	C	17-Jun-10	9-Sep-10	5-Apr-10	8-Jun-10	53	47
INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION	D	3-Aug-10	9-Sep-10	26-Apr-10	29-Jul-10	30	68
CABLING	E	15-Jun-10	9-Sep-10	2-Apr-10	29-Jun-10	52	63
INTERIOR LINING	F	5-Jul-10	9-Sep-10	9-Mar-10	27-Aug-10	9	123
INTERIOR FITTING	G	24-Mar-10	9-Sep-10	18-Mar-10	22-Apr-10	100	25
SYSTEMS	H	30-Aug-10	9-Sep-10	17-Mar-10	30-Mar-10	117	9

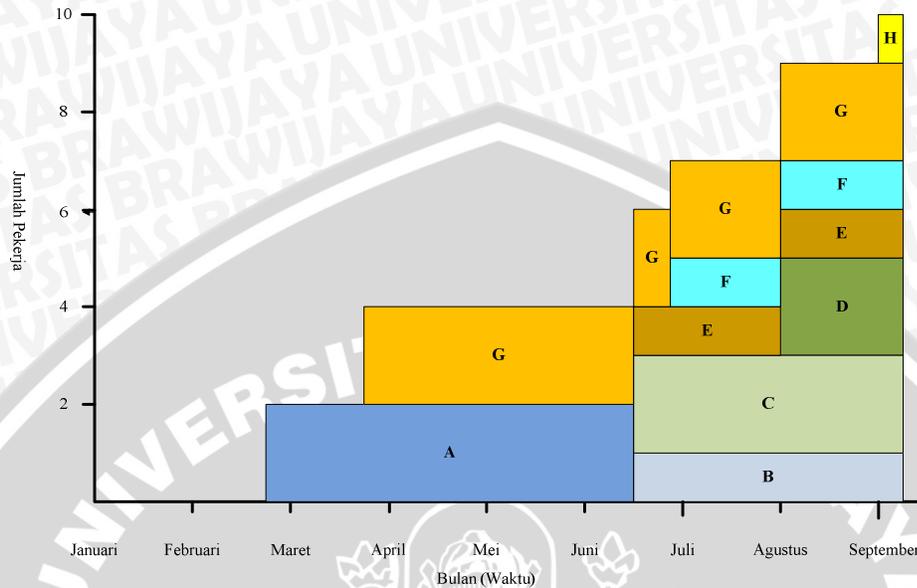
Sumber: Data perusahaan diolah

Pada tabel 4.3 lintasan kritis terletak pada jalur A (*carbody structure*) dan B (*Painting & Insulation*). Kemudian digambarkan kebutuhan sumber daya manusia sesuai dengan pelaksanaan aktivitas ES (*Early Start*).



Gambar 4.5 Penjadwalan personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai ES (*Early Start*)

Dari gambar 4.5 diketahui bahwa kebutuhan maksimum pekerja untuk proyek K3-AC adalah 8 orang mulai dari bulan April (minggu ke-1) sampai dengan bulan Juni (minggu ke-1). Dimana pada bulan Maret (minggu ke-3) sampai dengan akhir bulan Maret terjadi peningkatan kebutuhan pekerja dari 3 orang menjadi 6 orang. Kebutuhan minimum pekerja terjadi pada bulan Agustus (minggu ke-1) sampai dengan bulan September (minggu ke-2) sebanyak 1 orang.



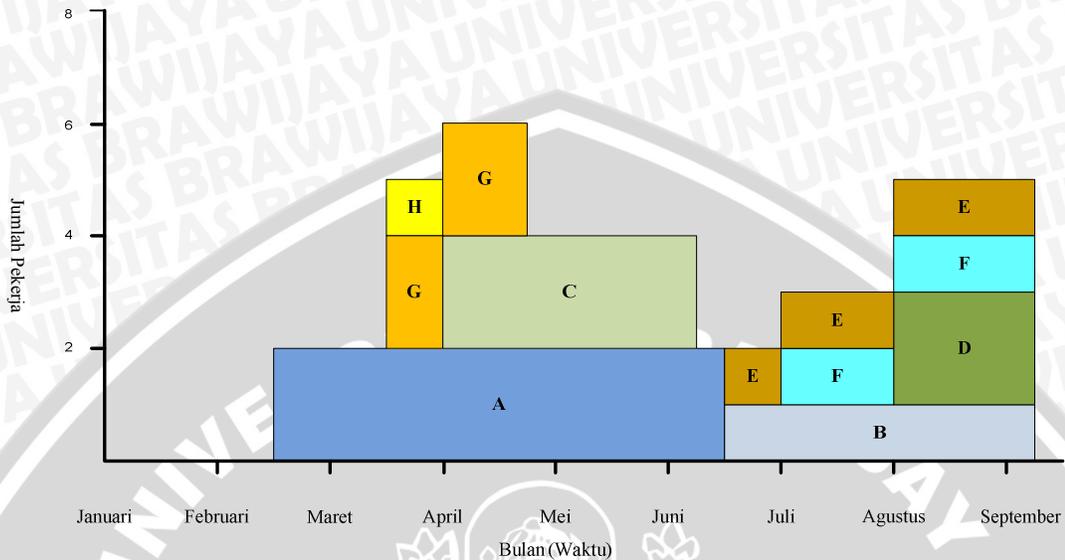
Gambar 4.6 Penjadwalan personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai LS (*Late Start*)

Pada tabel 4.3 lintasan kritis terletak pada jalur A (*carbony structure*) dan E (*cabling*). Kemudian digambarkan kebutuhan sumber daya manusia sesuai dengan pelaksanaan aktivitas LS (*Late Start*).

Dari gambar 4.6 diperoleh informasi bahwa kebutuhan maksimum pekerja berdasarkan pelaksanaan aktivitas sesuai *Late Start* adalah 10 orang pada bulan September (minggu ke-1). Sedangkan untuk kebutuhan minimum pekerja terjadi pada awal proyek yaitu bulan Februari (minggu ke-4) sampai dengan bulan Maret (minggu ke-4) sebanyak 2 pekerja.

Dengan mengkombinasikan antara penjadwalan berdasarkan *Early Start* dengan *Late Start*, kita bisa mengurangi kebutuhan maksimum pekerja untuk proyek K3-AC. Hal ini dapat dilakukan dengan menggeser kegiatan non kritis yaitu C, D, E, F, G, dan H. Untuk kegiatan C, G, dan H berdasarkan penjadwalan sumber daya manusia dengan pelaksanaan aktivitas sesuai *Early Start*. Kemudian untuk kegiatan D dan F berdasarkan penjadwalan personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai *Latest Start*.

Jadi dengan hasil yang diperoleh tersebut dapat dilihat jika penjadwalan kebutuhan pekerja setelah dikombinasikan untuk kebutuhan maksimum pekerja dapat dikurangi menjadi 6 orang. Kebutuhan maksimum ini terjadi selama bulan April pada minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-4).



Gambar 4.7 Penjadwalan personil (setelah diratakan)

4.2.2 Pemerataan Sumber Daya Manusia Kereta Makan Pembangkit (MP3-AC)

Seperti langkah-langkah penjadwalan sumber daya manusia pada Kereta Makan Pembangkit (MP3-AC), sebelum dilakukan penjadwalan kebutuhan sumber daya manusia terlebih dahulu menentukan *predecessor* masing-masing kegiatan dan durasi waktunya. Berikut ini adalah kegiatan-kegiatan dengan perkiraan waktu untuk MP3-AC.

4.2.2.1 Pemerataan Sumber Daya Manusia Berdasarkan *Most Likely Time*

Pemerataan penggunaan sumber daya manusia untuk Kereta Makan Pembangkit ini berdasarkan atas *Most Likely Time*, dalam hal ini tanpa mempertimbangkan pendugaan waktu lainnya.

Tabel 4.4 Kegiatan-kegiatan dengan perkiraan kurun waktunya (MP3-AC)

Group No.	ENGINEERING PROCESS & DETAIL DESIGN	Kode Keg.	Prodess.	Waktu (hari)
	MP3-AC			
	DETAIL DESIGN			152
00	ARRANGEMENT			14
	CARBODY STRUCTURE	A	-	95
21	Underframe	A1	-	43
22	Side Wall	A2	A1	28
23	Body end	A3	-	21
25	Roof	A4	-	72
27	Framework for partition	A6	-	30
	PAINTING & INSULATION	B	-	57
28	Painting & marking	B1	A	57
29	Insulation(thermal and acoustic)	B2	A	3
	EQUIPMENT	C	-	112
30	Equipment around U / F	C1	A1	10
31	Equipment beneath U / F	C2	A1	58
32	Piping beneath U / F	C3	A1	21
34	Brake Mechanism Beneath The Undrframe	C4	A1	99
36	Equipment Above Underframe	C5	A1	12
40	Equipment on side wall	C6	A4	66
44	Hinge	C7	-	2
46	Equipment on body end	C8	B2	41
	INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION	D	-	41
50	Instalation on roof	D1	C3	35
51	Instalation In The Roof and Partition Walls	D2	C3	41
52	Piping on the roof, in roof and partition	D3	H2	9
59	CABLING	E	-	46
	INTERIOR LINING	F	-	90
63	Floor	F1	-	47
64	Lining of side wall	F2	A6	38
65	Partition wall	F3	C4-14 day	90
66	Internal Doors	F4	-	52
67	Ceiling	F5	A1,C3	20
	INTERIOR FITTING	G	-	70
70	Interior Fitting of WC, Toilet	G1	A1	63
73	Interior fitting of passenger comp	G2	A1	70
75	Interior Fitting of Kitchen + Bar	G3	-	10
76	Back-up controller	G4	-	12
	SYSTEMS	H	-	12
86	Electrical system	H1	-	9
89	Safety protection	H2	-	12

Sumber: Data perusahaan diolah

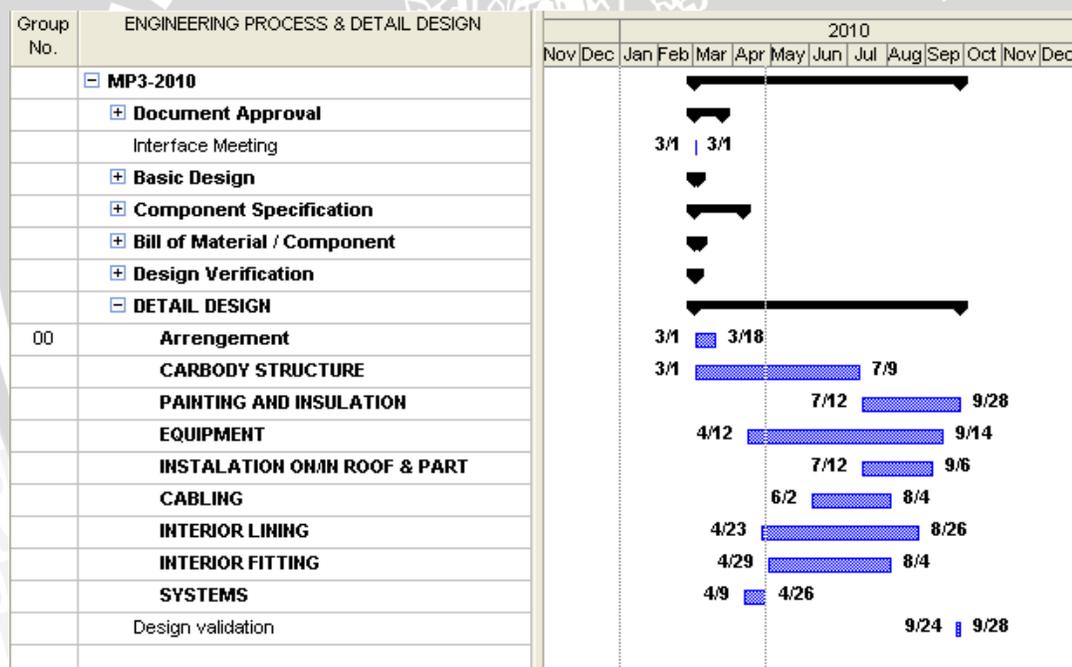
Untuk memudahkan dalam melakukan penjadwalan sumber daya manusia maka yang dijadwalkan hanya pada pokok kegiatan *Detail Design* yaitu *carbody structure*, *painting*, *equipment*, *installation*, *cabling*, *interior lining*, *interior fitting*, dan *system*.

Tabel 4.5 Kegiatan-kegiatan dengan perkiraan kurun waktunya (MP3-AC)

Engineering Process & Detail Design	Kode Keg.	Late Start	Late Finish	Early Start	Early Finish	Slack	Day
CARBODY STRUCTURE	A	1-Apr-10	9-Jul-10	1-Mar-10	9-Jul-10	0	95
PAINTING & INSULATION	B	12-Jul-10	28-Sep-10	12-Jul-10	28-Sep-10	0	57
EQUIPMENT	C	7-Jun-10	28-Sep-10	12-Apr-10	14-Sep-10	10	112
INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION	D	3-Aug-10	28-Sep-10	12-Jul-10	6-Sep-10	16	41
CABLING	E	14-Jul-10	15-Sep-10	2-Jun-10	4-Aug-10	30	46
INTERIOR LINING	F	26-May-10	28-Sep-10	23-Apr-10	26-Aug-10	23	90
INTERIOR FITTING	G	25-Aug-10	28-Sep-10	29-Apr-10	4-Aug-10	39	70
SYSTEMS	H	1-Jul-10	28-Sep-10	9-Apr-10	26-Apr-10	59	12

Sumber: Data perusahaan diolah

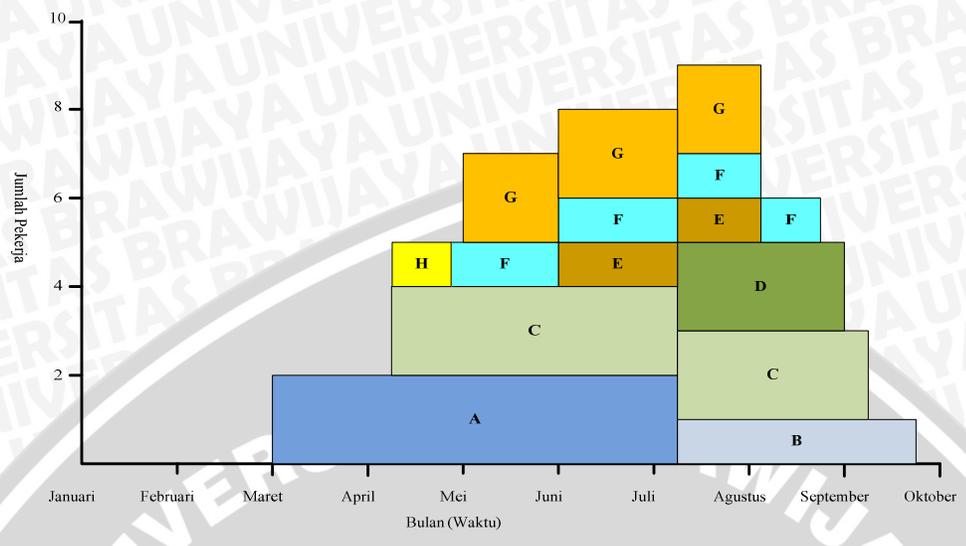
Sedangkan untuk *gant chart* proyek desain MP3-AC adalah sebagai berikut :



Gambar 4.8 *Gant Chart* untuk MP3-AC

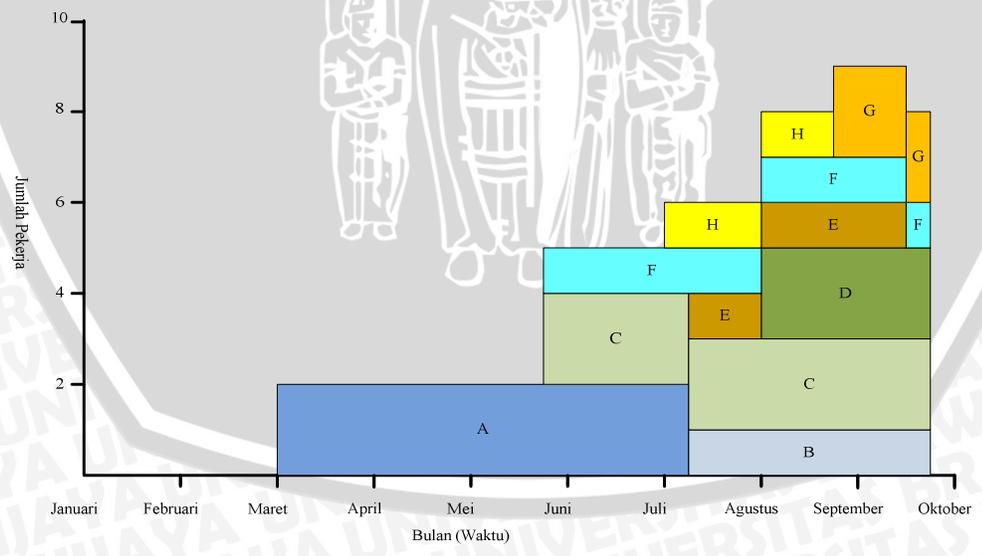
Sumber: Data perusahaan diolah

Pada gambar 4.8 jalur kritis terletak pada jalur A (*carbody structure*) dan B (*painting and insulation*). Dari data tabel 4.5 kemudian digambarkan kebutuhan sumber daya manusia sesuai dengan pelaksanaan aktivitas ES (*Early Start*).



Gambar 4.9 Penjadwalan personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai ES (*Early Start*)

Berdasarkan gambar 4.6 diketahui bahwa kebutuhan maksimum pekerja adalah 9 orang pada bulan Juli (minggu ke-2) sampai dengan bulan Agustus (minggu ke-1). Kenaikan signifikan jumlah kebutuhan pekerja terjadi pada bulan April (minggu ke-2) yaitu dari 2 pekerja menjadi 5 pekerja.



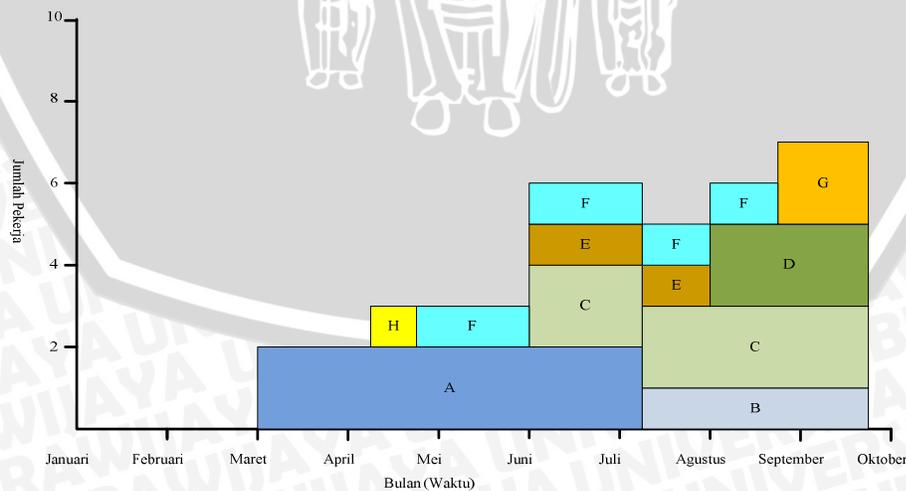
Gambar 4.10 Penjadwalan Personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai LS (*Late Start*)

Pada gambar 4.8 jalur kritis terletak pada jalur A (*carbony structure*) dan B (*painting and insulation*). Dari data tabel 4.5 kemudian digambarkan kebutuhan sumber daya manusia sesuai dengan pelaksanaan aktivitas LS (*Late Start*).

Dari gambar 4.7 diperoleh data bahwa kebutuhan maksimum pekerja mencapai 9 orang pada bulan Agustus (minggu ke-4) sampai dengan bulan September (minggu ke-3). Pada bulan Mei (minggu ke-4) terjadi kenaikan yang tajam dari 2 orang menjadi 5 orang.

Hal tersebut dapat diperbaiki dengan menggeser kegiatan non kritis yaitu kegiatan C, D, E, F, G dan H. Kegiatan C dikerjakan mulai bulan Juni (minggu ke-1), Kegiatan D dikerjakan mulai bulan Agustus (minggu ke-1), kegiatan E dilakukan mulai bulan Juni (minggu ke-1), kegiatan F dilakukan mulai bulan April (minggu ke-4) dan kegiatan G dimulai pada bulan Agustus (minggu ke-4) serta kegiatan H di mulai bulan April (minggu ke-2). Penjadwalan kebutuhan sumber daya manusia setelah di kombinasi dapat dilihat pada gambar 4.11.

Setelah dijadwalkan kembali diketahui bahwa kebutuhan pekerja paling tinggi adalah 7 orang pada bulan Agustus (minggu ke-4) sampai dengan bulan September (minggu ke-4). Meskipun terjadi kenaikan tajam pada bulan Juni (minggu ke-1), dapat dilihat bahwa penjadwalan kebutuhan pekerja setelah dikombinasikan menjadi lebih merata jika dibandingkan penjadwalan pada gambar 4.5 dan gambar 4.6. Dengan demikian kebutuhan pekerja dapat diminimumkan dengan tingkat maksimum kebutuhan pekerja dapat dikurangi menjadi 7 orang.



Gambar 4.11 Penjadwalan personil (setelah diratakan)

Keterangan gambar :

	CARBODY STUCTURE
	PAINTING & INSULATION
	EQUIPMENT
	INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION
	CABLING
	INTERIOR LINING
	INTERIOR FITTING
	SYSTEM

4.2.2.2 Pemerataan Sumber Daya Manusia Menggunakan Kombinasi Waktu

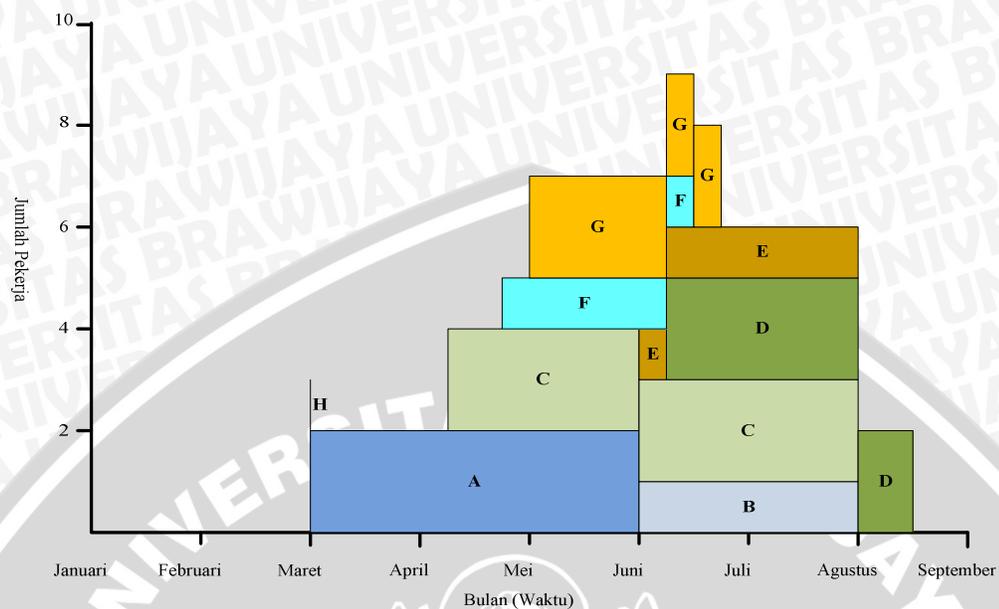
Pemerataan penggunaan sumber daya manusia untuk Kereta Makan Pembangkit (MP3-AC) ini menggunakan kombinasi tiga pendugaan waktu (*optimistic time, pessimistic time, most likely time*). Berdasarkan dari *Progress Report* Proyek MP3-AC sampai dengan Bulan April 2010, untuk kegiatan yang masih memiliki sisa gambar, kita menggunakan *pessimistic time* dan untuk kegiatan yang tidak memiliki sisa gambar, kita menggunakan *optimistic time*.

Tabel 4.6 Kegiatan-kegiatan dengan perkiraan kurun waktunya (MP3-AC)

Engineering Design & Proses Design	Kode Keegiatn	Late Start	Late Finish	Early Start	Early Finish	Slack	Day
CARBODY STRUCTURE	A	1-Apr-10	7-Jun-10	1-Mar-10	7-Jun-10	0	71.06
PAINTING AND INSULATION	B	8-Jun-10	25-Aug-10	8-Jun-10	25-Aug-10	0	57
EQUIPMENT	C	29-Jun-10	25-Aug-10	12-Apr-10	4-Aug-10	15	83
INSTALATION ON/IN ROOF & PART	D	30-Jun-10	25-Aug-10	8-Jun-10	17-Aug-10	6	51
CABLING	E	10-Jun-10	12-Aug-10	2-Jun-10	4-Aug-10	0	46
INTERIOR LINING	F	2-Jun-10	25-Aug-10	23-Apr-10	16-Jul-10	28	61
INTERIOR FITTING	G	5-Aug-10	25-Aug-10	29-Apr-10	26-Jul-10	22	63
SYSTEMS	H	28-May-10	25-Aug-10	9-Apr-10	26-Apr-10	35	12

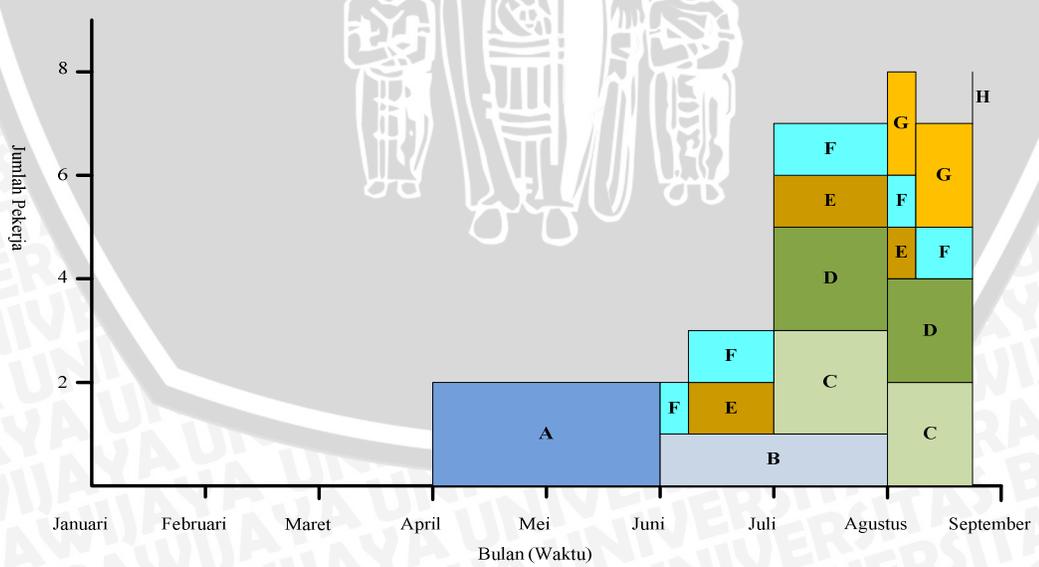
Sumber: Data Perusahaan diolah

Pada Tabel 4.6 jalur kritis terletak pada jalur A (*carbody structure*) dan B (*painting and insulation*). Kemudian digambarkan kebutuhan sumber daya manusia sesuai dengan pelaksanaan aktivitas ES (*Early Start*).



Gambar 4.12 Penjadwalan personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai ES (*Early Start*)

Dari gambar 4.12 diketahui bahwa kebutuhan maksimum pekerja sebesar 9 orang, terjadi pada bulan Juni. Sedangkan kebutuhan minimum pekerja sebanyak 2 orang pada bulan Maret (minggu ke-1) sampai dengan bulan April (minggu ke-2) dan bulan Agustus (minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-3).



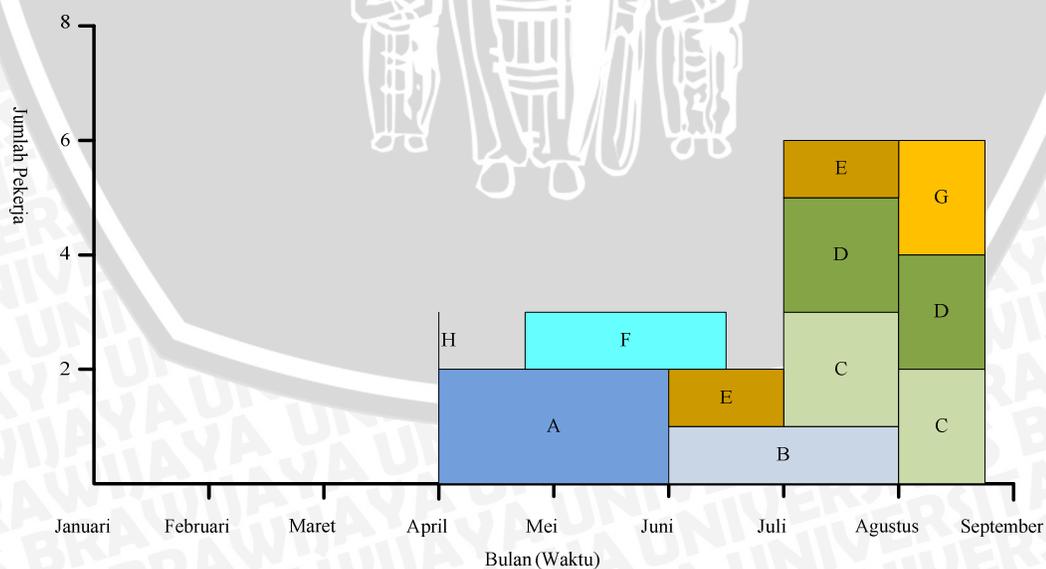
Gambar 4.13 Penjadwalan Personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai LS (*Late Start*)

Pada tabel 4.6 jalur kritis terletak pada jalur A (*carbody structure*) dan B (*painting and insulation*). Kemudian digambarkan kebutuhan sumber daya manusia sesuai dengan pelaksanaan aktivitas LS (*Late Start*).

Dari gambar 4.13 dapat diketahui bahwa berdasarkan penjadwalan personil sesuai *Late Start* kebutuhan personil maksimum sebanyak 8 orang terjadi pada bulan Agustus. Peningkatan kebutuhan pekerja yang tajam terjadi pada bulan Juli (minggu ke-1) yaitu dari 3 orang menjadi 7 orang. Kebutuhan minimum pekerja sebanyak 2 orang pada awal proyek.

Dengan mengkombinasikan antara penjadwalan berdasarkan *Early Start* dengan *Late Start* kita bisa mengurangi kebutuhan masimum pekerja untuk proyek MP3-AC. Hal ini dapat dilakukan dengan menggeser kegiatan non kritis yaitu C, D, E, F, G, dan H. Untuk kegiatan E, F, dan H berdasarkan penjadwalan personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai *Early Start*. Kemudian untuk kegiatan C, D dan G berdasarkan penjadwalan personil dengan pelaksanaan aktivitas sesuai *Latest Start*.

Jadi dengan hasil yang diperoleh tersebut dapat dilihat jika penjadwalan kebutuhan pekerja setelah dikombinasikan untuk kebutuhan maksimum pekerja dapat dikurangi menjadi 6 orang. Kebutuhan maksimum ini terjadi selama bulan Juli (minggu ke-1) sampai dengan bulan Agustus (minggu ke-4).



Gambar 4.14 Penjadwalan personil (setelah diratakan)

4.3 Perkiraan Durasi Waktu AKtivitas Dengan Pendekatan dan Estimasi Waktu

Dalam PERT

Dalam Metode PERT, durasi waktu penyelesaian aktivitas diprediksi dengan tiga estimasi waktu yaitu waktu optimis (*optimistic time*), waktu normal (*most likely time*) dan waktu pesimis (*pessimistic time*). Berikut adalah perhitungan perkiraan durasi waktu aktivitas dengan metode PERT pada kereta penumpang ekonomi (K3-AC) dan kereta makan pembangkit (MP3-AC).

4.3.1 Proyek Kereta Penumpang Ekonomi (K3-AC)

Untuk data tiga estimasi waktu untuk proyek Kereta Penumpang Ekonomi (K3-AC) dapat dilihat pada tabel 4.7.

Setelah mengetahui estimasi waktu dari tiap-tiap kegiatan kemudian dihitung nilai rata-rata (*ekspektasi*) durasi dan variasi durasi dari setiap kegiatan. Kita ambil contoh perhitungan untuk kegiatan *Carbody Structure*.

Waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan aktivitas (t_e)

$$t_e = (a + 4m + b)/6$$

$$t_e = (48 + 4(52) + 63)/6$$

$$t_e = 53,21 \text{ hari}$$

Nilai variansi untuk kegiatan *Carbody Structure* (v_t)

$$v_t = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$$

$$v_t = \left(\frac{63-48}{6}\right)^2$$

$$v_t = 6,25$$

Untuk hasil perhitungan dari kegiatan-kegiatan lainnya dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.7 Daftar aktivitas proyek K3-AC dengan estimasi waktunya

Group no.	ENGINEERING PROCESS & DETAIL DESIGN	Kode Keg.	Prodess	Estimasi waktu (hari)		
				(a)	(m)	(b)
	K3-AC					
	DETAIL DESIGN			-	95	-
00	ARRANGEMENT			-	3	-
	CARBODY STRUCTURE	A	-	48	52	63
21	Underframe	A1	-	13	14	21
22	Side Wall	A2	-	-	32	-
23	Body end	A3	-	-	21	-
25	Roof	A4	-	28	29	48
26	Articulation	A5	A3	4	9	11
27	Framework for partition	A6	A5	36	40	51
	PAINTING & INSULATION	B		19	20	58
28	Painting & marking	B1	A-20 day	19	20	58
29	Insulation(thermal and acoustic)	B2	A	2	3	5
	EQUIPMENT	C	A1,A2	41	46	74
30	Equipment around U / F	C1	A1,A3	6	7	12
31	Equipment beneath U / F	C2	A1,C1	15	19	21
32	Piping beneath U / F	C3	A1	12	19	21
34	Brake Mechanism Beneath The Undrframe	C4	A1	13	14	16
36	Equipment Above Underframe	C5	A1	9	12	16
40	Equipment on side wall	C6	A2	36	41	69
44	Hinge	C7	-	-	2	-
46	Equipment on body end	C8	A1,A3	24	25	47
49	Equipment For Cabling on Body End	C9	A3	-	7	-
	INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION	D	A4	-	57	-
50	Instalation on roof	D1	A4	-	15	-
51	Instalation In The Roof and Partition Walls	D2	A6,C2	-	19	-
52	Piping on the roof, in roof and partition	D3	D2	-	9	-
56	Hinge(2)	D4	-	-	2	-
59	<u>CABLING</u>	<u>E</u>	<u>A1,A2</u>	<u>40</u>	<u>63</u>	<u>67</u>
	INTERIOR LINING	F	-	55	55	98
63	Floor	F1	A1	7	8	28
64	Lining of side wall	F2	A2-5 day	29	30	39
65	Partition wall	F3	A6	14	15	49
66	Internal Doors	F4	A1,A2	14	15	33
67	Ceiling	F5	A1,A4	14	20	24
	INTERIOR FITTING	G	A1	27	32	33
70	Interior Fitting of WC, Toilet	G1	A1	7	10	14
73	Interior fitting of passenger comp	G2	A1,G1	8	10	19
75	Interior Fitting of Kitchen + Bar	G3	A1	6	10	12
76	Back-up controller	G4	C7	7	12	20
	SYSTEMS	H	-	-	9	-
86	Electrical system	H1	-	-	9	-
89	Safety protection	H2	-	-	5	-

Sumber: Data perusahaan diolah

Tabel 4.8 Daftar nilai rata-rata (*ekspektasi*) dan variasi rata-rata setiap kegiatan proyek

Group no.	ENGINEERING PROCESS & DETAIL DESIGN	Estimasi waktu (hari)			Expected dur. (hari)	Variansi (Vt)
		(a)	(m)	(b)		
	K3-AC					
	DETAIL DESIGN	-	95	-	-	0.00
00	ARRANGEMENT	-	3	-	-	0.00
	CARBODY STRUCTURE	48	52	63	53.21	6.25
21	Underframe	13	14	21	15.00	1.78
22	Side Wall	-	32	-	-	0.00
23	Body end	-	21	-	-	0.00
25	Roof	28	29	48	32.00	11.11
26	Articulation	4	9	11	8.50	1.36
27	Framework for partition	36	40	51	41.17	6.25
	PAINTING & INSULATION	19	20	58	26.17	42.25
28	Painting & marking	19	20	58	26.17	42.25
29	Insulation(thermal and acoustic)	2	3	5	3.17	0.25
	EQUIPMENT	41	46	74	49.83	30.25
30	Equipment around U / F	6	7	12	7.67	1.00
31	Equipment beneath U / F	15	19	21	18.67	1.00
32	Piping beneath U / F	12	19	21	18.17	2.25
34	Brake Mechanism Beneath The Undrframe	13	14	16	14.17	0.25
36	Equipment Above Underframe	9	12	16	12.17	1.36
40	Equipment on side wall	36	41	69	44.83	30.25
44	Hinge	-	2	-	-	0.00
46	Equipment on body end	24	25	47	28.50	14.69
49	Equipment For Cabling on Body End	-	7	-	-	0.00
	INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION	-	57	-	-	0.00
50	Instalation on roof	-	15	-	-	0.00
51	Instalation In The Roof and Partition Walls	-	19	-	-	0.00
52	Piping on the roof, in roof and partition	-	9	-	-	0.00
56	Hinge(2)	-	2	-	-	0.00
59	CABLING	40	63	67	59.83	20.25
	INTERIOR LINING	55	55	98	62.21	51.36
63	Floor	7	8	28	11.17	12.25
64	Lining of side wall	29	30	39	31.33	2.78
65	Partition wall	14	15	49	20.50	34.03
66	Internal Doors	14	15	33	17.83	10.03
67	Ceiling	14	20	24	19.67	2.78
	INTERIOR FITTING	27	32	33	31.38	1.02
70	Interior Fitting of WC, Toilet	7	10	14	10.17	1.36
73	Interior fitting of passenger comp	8	10	19	11.17	3.36
75	Interior Fitting of Kitchen + Bar	6	10	12	9.67	1.00
76	Back-up controller	7	12	20	12.50	4.69
	SYSTEMS	-	9	-	-	0.00
86	Electrical system	-	9	-	-	0.00
89	Safety protection	-	5	-	-	0.00

Sumber: Data perusahaan diolah

Untuk lintasan kritis dari proyek K3-AC adalah A2-E yaitu proses *Carbody Structure (side wall) - Cabling*. Dari lintasan kritis ini diketahui :

- a. Rata-rata waktu penyelesaian proyek K3-AC

$$E(t) = 32 + 59.83 = 91.83 \text{ hari} = 92 \text{ hari}$$

- b. Variansi waktu penyelesaian proyek

$$Vt^2 = 0 + 20.25 = 20.25$$

- c. Standard deviasi waktu penyelesaian proyek

$$Vt = \sqrt{20.25} = 4.50$$

Kemudian dari pemerataan sumber daya manusia berdasarkan *most likely time* , diketahui bahwa proyek diselesaikan dalam kurun waktu 95 hari. Sehingga kita dapat menghitung berapa besar persentase kemungkinan proyek bisa selesai kurang dari 95 hari = $P [t < 95]$

$$= P \left[\frac{t - \bar{t}}{V_t} < \frac{95 - \bar{t}}{V_t} \right] = P \left[z - \frac{95 - 91,83}{4,5} \right] = P [t < 0,80] = 0,758 = 75,80\%$$

Dari pemerataan sumber daya berdasarkan kombinasi tiga pendugaan waktu dapat diketahui proyek selesai dalam 145 hari. Jika seandainya proyek selesai kurang dari 145 hari = $P [t < 145]$

$$= P \left[\frac{t - \bar{t}}{V_t} < \frac{145 - \bar{t}}{V_t} \right] = P \left[z - \frac{145 - 91,83}{4,5} \right] = P [t < 11,82] = 0,9999 = 99,99\%$$

Jadi kemungkinan proyek dapat diselesaikan kurang dari 95 hari adalah 75,80% Seandainya proyek dikerjakan dengan kombinasi tiga pendugaan waktu maka proyek dapat diselesaikan dalam kurun waktu 145 hari dengan persentase kemungkinan selesai tepat waktu sebesar 99,99%.

4.3.2 Proyek Kereta Makan Pembangkit (MP3-AC)

Untuk data tiga estimasi waktu untuk proyek Kereta Makan Pembangkit (MP3-AC) adalah sebagai berikut:

Tabel 4.9 Daftar aktivitas proyek MP3-AC dengan estimasi waktunya

Group No.	ENGINEERING PROCESS & DETAIL DESIGN	Kode Keg.	Prodess.	Estimasi waktu (hari)		
				(a)	(m)	(b)
	MP3-AC					
	DETAIL DESIGN		-	-	152	-
00	ARRANGEMENT		-	-	14	-
	CARBODY STRUCTURE	A	-	71	95	101
21	Underframe	A1	-	-	43	-
22	Side Wall	A2	A1	-	28	-
23	Body end	A3	-	-	21	-
25	Roof	A4	-	48	72	78
27	Framework for partition	A6	-	-	30	-
	PAINTING & INSULATION	B	-	-	57	-
28	Painting & marking	B1	A	-	57	-
29	Insulation(thermal and acoustic)	B2	A	3	5	7
	EQUIPMENT	C	-	83	112	120
30	Equipment around U / F	C1	A1	6	10	12
31	Equipment beneath U / F	C2	A1	43	58	62
32	Piping beneath U / F	C3	A1	-	21	-
34	Brake Mechanism Beneath The Undrframe	C4	A1	54	99	107
36	Equipment Above Underframe	C5	A1	7	12	16
40	Equipment on side wall	C6	A4	42	69	75
44	Hinge	C7	-	-	2	-
46	Equipment on body end	C8	B2	27	41	53
49	Equipment For Cabling on Body End	C9	-	-	7	-
	INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION	D	-	-	41	-
50	Instalation on roof	D1	C3	30	35	45
51	Instalation In The Roof and Partition Walls	D2	C3	-	41	-
52	Piping on the roof, in roof and partition	D3	H2	-	9	-
59	CABLING	E	-	31	46	54
	INTERIOR LINING	F	-	61	90	104
63	Floor	F1	-	-	47	-
64	Lining of side wall	F2	A6	29	38	40
65	Partition wall	F3	C4-14 day	60	90	104
66	Internal Doors	F4	-	30	52	66
67	Ceiling	F5	A1,C3	14	20	24
	INTERIOR FITTING	G	-	63	70	74
70	Interior Fitting of WC, Toilet	G1	A1	-	63	-
73	Interior fitting of passenger comp	G2	A1	60	70	74
75	Interior Fitting of Kitchen + Bar	G3	-	-	10	-
76	Back-up controller	G4	-	8	12	20
	SYSTEMS	H	-	-	12	-
86	Electrical system	H1	-	-	9	-
89	Safety protection	H2	-	-	12	-

Sumber: Data perusahaan diolah

Setelah mengetahui estimasi waktu dari tiap-tiap kegiatan kemudian dihitung nilai rata-rata (*ekspektasi*) durasi dan variasi durasi dari setiap kegiatan. Kita ambil contoh perhitungan untuk kegiatan *Carbody Structure*.

Waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan aktivitas (t_e)

$$t_e = (a + 4m + b)/6$$

$$t_e = (71 + 4(95) + 101)/6$$

$$t_e = 92,06 \text{ hari}$$

Nilai variansi untuk kegiatan *Carbody Structure* (v_t)

$$v_t = \left(\frac{b - a}{6}\right)^2$$

$$v_t = \left(\frac{101 - 71}{6}\right)^2$$

$$v_t = 25$$

Dimana hasil perhitungan dari kegiatan-kegiatan lainnya dapat dilihat pada tabel 4.10

Untuk lintasan kritis dari proyek MP3-AC adalah A2-E yaitu proses *Carbody Structure (roof)-Painting & Insulation (painting & marking)*. Dari lintasan kritis ini diketahui :

- a. Rata-rata waktu penyelesaian proyek MP3-AC

$$E(t) = 69 + 57 = 126 \text{ hari}$$

- b. Variansi waktu penyelesaian proyek

$$Vt^2 = 25 + 0 = 25$$

- c. Standard deviasi waktu penyelesaian proyek

$$Vt = \sqrt{25} = 5$$

Tabel 4.10 Daftar nilai rata-rata (*ekspektasi*) dan variasi rata-rata setiap kegiatan proyek

Group No.	ENGINEERING PROCESS & DETAIL DESIGN	Estimasi waktu (hari)			Expected dur. (hari)	Variansi (Vt)
		(a)	(m)	(b)		
	MP3-AC					
	DETAIL DESIGN	-	152	-	152	0.00
00	ARRANGEMENT	-	14	-	-	0.00
	CARBODY STRUCTURE	71	95	101	92.06	25.00
21	Underframe	-	43	-	-	0.00
22	Side Wall	-	28	-	-	0.00
23	Body end	-	21	-	-	0.00
25	<u>Roof</u>	<u>48</u>	<u>72</u>	<u>78</u>	<u>69.00</u>	<u>25.00</u>
27	Framework for partition	-	30	-	-	0.00
	PAINTING & INSULATION	-	57	-	-	0.00
28	<u>Painting & marking</u>	<u>-</u>	<u>57</u>	<u>-</u>	<u>57.00</u>	<u>0.00</u>
29	Insulation(thermal and acoustic)	3	5	7	5.00	0.44
	EQUIPMENT	83	112	120	108.50	38.03
30	Equipment around U / F	6	10	12	9.67	1.00
31	Equipment beneath U / F	43	58	62	56.17	10.03
32	Piping beneath U / F	-	21	-	-	0.00
34	Brake Mechanism Beneath The Undrframe	54	99	107	92.83	78.03
36	Equipment Above Underframe	7	12	16	11.83	2.25
40	Equipment on side wall	42	69	75	65.50	30.25
44	Hinge	-	2	-	-	0.00
46	Equipment on body end	27	41	53	40.67	18.78
49	Equipment For Cabling on Body End	-	7	-	-	0.00
	INSTALATION ON/IN ROOF & PARTITION	-	41	-	41	0.00
50	Instalation on roof	30	35	45	35.83	6.25
51	Instalation In The Roof and Partition Walls	-	41	-	-	0.00
52	Piping on the roof, in roof and partition	-	9	-	-	0.00
59	CABLING	31	46	54	44.83	14.69
	INTERIOR LINING	61	90	104	87.50	51.36
63	Floor	-	47	-	-	0.00
64	Lining of side wall	29	38	40	36.83	3.36
65	Partition wall	60	90	104	87.33	53.78
66	Internal Doors	30	52	66	50.67	36.00
67	Ceiling	14	20	24	19.67	2.78
	INTERIOR FITTING	63	70	74	69.50	3.36
70	Interior Fitting of WC, Toilet	-	63	-	-	0.00
73	Interior fitting of passenger comp	60	70	74	69.00	5.44
75	Interior Fitting of Kitchen + Bar	-	10	-	-	0.00
76	Back-up controller	8	12	20	12.67	4.00
	SYSTEMS	-	12	-	-	0.00
86	Electrical system	-	9	-	-	0.00
89	Safety protection	-	12	-	-	0.00

Sumber: Data perusahaan diolah

Kemudian dari pemerataan sumber daya manusia berdasarkan *most likely time* , diketahui bahwa proyek diselesaikan dalam kurun waktu 152 hari. Sehingga kita dapat menghitung berapa besar persentase kemungkinan proyek bisa selesai kurang dari 152 hari = $P [t < 152]$

$$= P \left[\frac{t - \bar{t}}{V_t} < \frac{152 - \bar{t}}{V_t} \right] = P \left[z - \frac{152 - 126}{5} \right] = P [t < 5,20] = 0,9999 = 99,99\%$$

Dari pemerataan sumber daya berdasarkan kombinasi tiga pendugaan waktu dapat diketahui proyek selesai dalam 128 hari. Jika dilihat kemungkinan proyek selesai kurang dari 130 hari = $P [t < 130]$

$$= P \left[\frac{t - \bar{t}}{V_t} < \frac{130 - \bar{t}}{V_t} \right] = P \left[z - \frac{130 - 126}{5} \right] = P [t < 0,80] = 0,7881 = 78,81\%$$

Jadi kemungkinan proyek dapat diselesaikan kurang dari 152 hari adalah 99,99% Seandainya proyek dikerjakan berdasarkan kombinasi tiga pendugaan waktu maka proyek dapat diselesaikan dalam kurun waktu 128 hari dengan persentase kemungkinan selesai tepat waktu sebesar 78,81%