

Revisi
625.7
Prn
p-1
2009

TUGAS AKHIR - PS0492

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
PONCO - JATIROGO (LINK 032)
STA 151+000 - 154+000
KABUPATEN TUBAN - PROPINSI JAWA TIMUR**

ARIEF HADI PRANATA
NRP. 3106.030.001
SURYO PURNOMO
NRP.3106.030.100

Dosen Pembimbing
Ir. Imam Prayogo

JURUSAN DIII TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009

| PERPUSTAKAAN ITS | |
|---------------------|-----------|
| Tgl. Terima | 21-8-2009 |
| Terima Dari | H |
| No. Agenda Prp. | 1839 |

FINAL PROJECT - PS0492

**THE ROAD BETTERMENT DESIGN
PONCO - JATIROGO(LINK 032)
STA151+000 - 154+000
TUBAN REGENCY-EAST JAVA PROVINCE**

ARIEF HADI PRANATA
NRP. 3106.030.001
SURYO PURNOMO
NRP.3106.030.100

Dosen Pembimbing
Ir. Imam Prayogo

DIPLOMA III Civil Engineering
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Teknologi
Surabaya 2009

PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN - ITS

REVISI PROYEK AKHIR

Nama : Arit Heri Ponek & Suryo Purmono
N r p : 3106.030.001 & 3106.030.100

Judul / Topik Tugas Akhir : Revisi Perencanaan Jalan (Line 032)
Ponco - Jatirosa STA 151+000 - 154+000
Provinsi Jawa Timur

Hal-hal yang perlu diperbaiki / direvisi :

1. Aksum pelebaran jalan
2. Rekomendasi untuk revisi harus telah bisa diambil separameternya
3. B (lebar minimum) silangan
4. PP 34/2006 ketentuan Hutan silangan
5. Chal pelebaran jalan silangan dan note Pd ICM 151+000
 - 5.1 Daerah tanggapan
 - 5.2 Profil yg lebar kota

Surabaya, 14/07/09

Dosen Penguji
1. D. Indratno (Dit)
2. D. Djoko Subotono (Juko)
3.
4.

Dosen Pembimbing
1. Imam Prayogo (Imam)
2.

Telah direvisi sesuai dengan perintah diatas

Menyetujui,
Dosen Penguji,

Menyetujui,
Dosen Pembimbing,

1. D. Indratno (Dit)
2. D. Djoko Subotono (Juko)
3.
4.

1. Imam Prayogo (Imam)
2.

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
PONCO-JATIROGO (Link 032)
STA 151+000 s/d STA 154+000
KABUPATEN TUBAN PROPINSI JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Diploma Teknik
Pada
Program Studi D III Teknik Sipil
Bangunan Transportasi
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Disusun Oleh :

**ARIEF HADI PRANATA
SURYO PURNOMO**

**3106.030.001
3106.030.100**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



05 AUG 2009

**Ir. IMAM PRAYOGO
NIP. 131.128.954**

SURABAYA, JULI 2009

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
PONCO –JATIROGO LINK (032)
KM 151+000 (TUBAN) - KM 154+000 (TUBAN)
KABUPATEN TUBAN PROPINSI JAWA TIMUR**

Disusun Oleh :

| | |
|--------------------------|--|
| Nama Mahasiswa I | : ARIEF HADI PRANATA |
| NRP | : 3106.030.001 |
| Nama Mahasiswa II | : SURYO PURNOMO |
| NRP | : 3106.030.100 |
| Jurusan | : DIII Teknik Sipil Bangunan Transportasi |
| Dosen Pembimbing | : Ir. IMAM PRAYOGO |
| NIP | : 131.128.954 |

Jalan adalah prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting untuk memperlancar kegiatan perekonomian dan pemerataan hasil pembangunan. Salah satu upaya untuk mewujudkan hal tersebut maka dilaksanakan peningkatan jalan pada ruas jalan Ponco - Jatirogo. Dengan melakukan pelebaran, penngkatan jalan, pembuatan drainase .

Perencanaan peningkatan jalan ini meliputi perhitungan struktur perkerasan pada ruas jalan dengan menggunakan metode analisa komponen 1987, analisa kapasitas jalan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, perencanaan tebal lapis tambahan (overlay) dengan Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benelmen Beam , perencanaan drainase dengan menggunakan Metode SNI -03-3424-1994, perencanaan geometri jalan raya dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, dan rencana anggaran biaya dengan menggunakan “ Buku Petunjuk Teknik Analisa Biaya Harga Satuan ”.

Dari hasil perencanaan peningkatan jalan Ponco – Jatirogo ini diperoleh hasil pelebaran dari 6m menjadi 7m, dan lebar bahu jalan direncanakan 1,5 m. Serta konstruksi berupa ketebalan perkerasan untuk pelebaran setinggi 3 cm Laston MS 744, 8 cm lapis penetrasi, 20 cm Batu pecah kls A (CBR 100%), 26 cm sirtu kls B (CBR 50%). Sedangkan perhitungan overlay didapatkan hasil 3 cm Laston MS 744. Untuk perencanaan drainase (saluran tepi) berbentuk segi empat dengan pasangan batu kali dengan lebar dasar saluran 1 m dan tinggi bervariasi . Rencana anggaran biaya untuk perencanaan peningkatan jalan Ponco-Jatirogo ini adalah sebesar Rp 4.015.245.876,00 (empat milyar lima belas juta dua ratus empat puluh lima ribu delapan ratus tujuh puluh enam rupiah)

Kata Kunci : Overlay

**BETTERMENT ROAD DESIGN
PONCO – JATIROGO LINK (032)
KM 151+000 (TUBAN) - KM 154+000 (TUBAN)
TUBAN REGENCY, EAST JAVA PROVINCE**

Student Name I : ARIEF HADI PRANATA
NRP : 3106.030.001
Student Name II : SURYO PURNOMO
NRP : 3101.030.100
Majors : **DIII Civil Engineering
Of Transportation Building**
Lecture Conselor : **Ir. IMAM PRAYOGO**
NIP : **131.128.954**

Road is a device of land communication having important role for fasting of activity of economics and result generalization development. One effort to embody it is widening of joint way Ponco-Jatirogo. By doing widening, improvement, drainase making.

The planning consists of road planning of pavement thick by using guiding the pavement thick of road flexible with component analysis method, capacity analysis by using manual capacity of indonesia street (MKJI) 1997, planning of pavement thick by using guiding the pavement thick road flexible with Component Analysis Method, planning of overlay by Road Pavement Examination Manual with Benkelman Beam instrument, drainase planning with using SNI 03-3424-1994 method, the planning geometric of the road with using manual capacity of Indoneisa street (MKJI) 1997, and cost budget plan by using unit Cost of Main Activity (HSPK).

Of the Planning Result of Widening Ponco-Jatirogo Highway was gained the construction result is widening from 6m become 7m and the widening of the road side was planned 1,5m. Also construction likes thickness of pavement to widening height 3 cm Laston MS 744, 8 cm Lapis Penetrasi, 20 cm crockery stone

A class (CBR) 100%, 26 cm class B sirtu (CBR) 50%. While overlay calculation was obtained result 3 cm Laston MS 744. Ditch construction use square shape width 1 m and variaty high , that use masonry material. The cost budget plan for the road planning Ponco – Jatirogo of pavement is Rp 4.015.245.876,,00 (four billion fiveteen million and two hundred fourty five thousand and eight hundred seventy six rupiahs)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum war. wab.

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya Proyek Akhir ini dapat kami selesaikan dengan baik. Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik yang harus ditempuh mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan Program Studi Diploma III Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Bagunan transportasi dengan judul **“PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN PONCO – JATIROGO (LINK 032) KM 151+100 – KM 154+000 KABUPATEN TUBAN PROPINSI JAWA TIMUR”**.

Kami menyadari dalam penyusunan proyek akhir ini mungkin masih terdapat kekurangan yang tidak kami sengaja karena keterbatasan kami dalam pengetahuan dan pengalaman. Karena itu kami harapkan saran dan kritik yang membangun dari segenap pembaca.

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan Proyek Akhir ini, yaitu :

1. Bapak Ir. Imam Prayogo, selaku dosen pembimbing proyek akhir ini.
2. Bapak Ir.Boedi Wibowo CES, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil ITS Surabaya.
3. Bapak atau Ibu Dosen dan Karyawan D III Teknik Sipil ITS Surabaya yang telah memberikan kami ilmu yang bermanfaat baik dibidang akademik maupun non akademik.
4. Orang Tua dan Keluarga kami yang telah memberi dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
5. Rekan – rekan mahasiswa jurusan D III Teknik Sipil ITS Surabaya yang telah banyak membantu penyelesaian Proyek Akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian. (Amin)
Wassalamualaikum war. wab.

Surabaya, Juli 2009

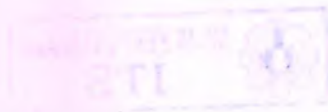
Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR PERSAMAAN | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4. Tujuan Penulisan. | 3 |
| 1.5. Manfaat..... | 3 |
| 1.6. Lokasi Proyek..... | 4 |
| 1.7. Gambar Existing..... | 4 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Umum | 9 |
| 2.2 Analisa Kapasitas jalan | 12 |
| 2.2.1 Kapasitas Dasar | 12 |
| 2.2.2 Faktor Penyesuain Kapasitas Lebar Lajur Lalu Lintas | 14 |
| 2.2.3 Faktor Penyesuain Kapasitas Akibat Arah | 14 |
| 2.2.4 Faktor Penyesuain Kapasitas Akibat Hambatan Samping | 15 |
| 2.2.5 Penentuan kapasitas pada kondisi Lapangan | 16 |
| 2.2.6 Derajat Kejenuhan (<i>DS</i>) | 17 |
| 2.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan | 19 |
| 2.3.1 Umur Rencana | 19 |
| 2.3.2 Data Lalu Lintas | 20 |
| 2.3.3 Angka Ekuivalen | 20 |
| 2.3.4 Jumlah Jalur dan Koefisien distribusi Kendaraan | 24 |



| | | |
|----------------------------|--|----|
| 2.3.5 | Lintas Ekuivalen | 25 |
| 2.3.6 | Faktor Regional | 27 |
| 2.3.7 | Daya Dukung Tanah | 28 |
| 2.3.8 | Indeks Permukaan | 30 |
| 2.3.9 | Koefisien Kekuatan Relatif | 32 |
| 2.3.10 | Indeks Tebal Perkerasan | 35 |
| 2.4 | Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay) | 36 |
| 2.4.1 | Faktor Keseragaman untuk Lendutan Balik | 38 |
| 2.4.2 | Faktor Umur Rencana | 39 |
| 2.4.3 | Jumlah Lalu Lintas Akumulatif Selama Umur Rencana | 40 |
| 2.4.4 | Lendutan Balik yang Dijinkan | 41 |
| 2.4.5 | Tebal Lapis Tambahan | 42 |
| 2.4.6 | Jenis-jenis Kerusakan Jalu Lalu lintas | 42 |
| 2.5 | Kontrol Geometrik | 48 |
| 2.5.1 | Alinyemen Horizontal | 48 |
| 2.5.2 | Alinyemen Vertikal | 53 |
| 2.6 | Perencanaan Drainase | 56 |
| 2.6.1 | Analisa Hidrologi | 57 |
| 2.6.2 | Perencanaan Dimensi Saluran Drainase... | 64 |
| 2.7 | Rencana Anggaran Biaya..... | 69 |
| 2.7.1 | Volume Pekerjaan | 69 |
| 2.7.2 | Harga Satuan Pekerjaan | 69 |
| BAB III. METODOLOGI | | |
| 3.1 | Umum | 71 |
| 3.2 | Persiapan..... | 71 |
| 3.3 | Pengumpulan Data-Data | 71 |
| 3.4 | Survey lokasi | 72 |
| 3.5 | Analisa Peningkatan | 72 |
| 3.6 | Gambar Teknik Hasil Perencanaan | 73 |
| 3.7 | Rencana Anggaran Biaya | 73 |
| 3.8 | Kesimpulan | 73 |
| 3.9 | Penulisan Laporan | 73 |



BAB IV. PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

| | |
|--|-----|
| 4.1 Umum | 77 |
| 4.2 Pengumpulan Data..... | 78 |
| 4.2.1 Peta Lokasi..... | 78 |
| 4.2.2 Data Geometrik Jalan..... | 78 |
| 4.2.3 Data CBR | 79 |
| 4.2.4 Data Lalu Lintas | 79 |
| 4.2.5 Data Hasil Pemeriksaan Benkelmean Beam | 81 |
| 4.2.6 Data Curah Hujan | 82 |
| 4.2.7 Foto Kondisi Existing Jalan | 83 |
| 4.3 Pengolahan Data | 83 |
| 4.3.1 Data Lalu Lintas | 83 |
| 4.3.2 Data Survey Muatan Lalu Lintas | 132 |
| 4.3.3 Data Benkelmen Beam | 137 |
| 4.3.4 Data Curah Hujan | 139 |
| 4.3.5 Data CBR | 142 |
| BAB V. ANALISA PERHITUNGAN | |
| 5.1 Analisa Kapasitas..... | 145 |
| 5.2 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan..... | 162 |
| 5.3 Perhitungan Geometrik Jalan | 169 |
| 5.3.1 Alinyemen Horisontal..... | 169 |
| 5.3.2 Alinyemen Vertikal | 172 |
| 5.4 Perencanaan Drainase | 184 |
| 5.4.1 Perencanaan Drainase Km 151+000 – 152+825 | 185 |
| 5.4.2 Perencanaan Drainase Km 152+825 – 154+000 | 181 |
| 5.5 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya | 197 |

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan..... 239
6.2 Saran..... 240

PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

BIODATA

101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1 | Kecepatan Rencana | 11 |
| Tabel 2.2 | Lebar Perencanaan | 12 |
| Tabel 2.3 | Kapasitas Dasar pada Jalan Luar Kota 2 Lajur 2 Jalur tak terbagi (2/2 UD) | 13 |
| Tabel 2.4 | Pembagian Tipe Alinyemen | 14 |
| Tabel 2.5 | Faktor Penyesuaian Kapasitas Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) | 14 |
| Tabel 2.6 | Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)..... | 15 |
| Tabel 2.7 | Kelas Hambatan Samping | 15 |
| Tabel 2.8 | Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping | 16 |
| Tabel 2.9 | Ekivalen Mobil Penumpang untuk Jalan 2/2 UD | 18 |
| Tabel 2.10 | Rumus untuk Ekivalen Beban Sumbu | 21 |
| Tabel 2.11 | Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendara.. | 22 |
| Tabel 2.12 | Komposisi Roda dan Unit Ekivalen 8,16 ton Beban as Tunggal | 23 |
| Tabel 2.13 | Jumlah Lajur Kendaraan | 24 |
| Tabel 2.14 | Koefisien Distribusi pada Lajur Rencana.. | 24 |
| Tabel 2.15 | Penentuan Faktor Regional (FR) | 28 |
| Tabel 2.16 | Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo) | 31 |
| Tabel 2.17 | Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt) | 32 |
| Tabel 2.18 | Koefisien Kekuatan Relatif | 33 |
| Tabel 2.19 | Tebal Minimum Lapis Permukaan | 34 |
| Tabel 2.20 | Tebal Minimum Lapis Pondasi | 34 |
| Tabel 2.21 | Faktor Koreksi Untuk Benkleman Beam... | 37 |
| Tabel 2.22 | Faktor Keseragaman | 39 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabel 2.23 | Hubugan Faktor Umur Rencana dengan Perkembangan Lalu Lintas | 40 |
| Tabel 2.24 | Hubungan AE 18 KSAL dan Lebar Perkerasan | 41 |
| Tabel 2.25 | Harga R Min dan D maks untuk Beberapa Kecepatan Rencana | 49 |
| Tabel 2.26 | Jarak Pandang Henti minimum (Jh) | 56 |
| Tabel 2.27 | Jarak Pandang Mendahului (Jd) | 56 |
| Tabel 2.28 | Kemiringan Melintang dan Perkerasan Bahu Jalan | 57 |
| Tabel 2.29 | Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material | 57 |
| Tabel 2.30 | Variasi Yt | 59 |
| Tabel 2.31 | Nilai Yn | 59 |
| Tabel 2.32 | Nilai Sn | 60 |
| Tabel 2.33 | Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan..... | 62 |
| Tabel 2.34 | Kecepatan Aliran yang Dijinkan Berdasarkan pada Jenis Material | 62 |
| Tabel 2.35 | Hubungan Kondisi Permukaan Tanah Dengan Koefisien Pengaliran (C) | 64 |
| Tabel 2.36 | Harga (n) untuk Rumus Manning..... | 68 |
| Tabel 4.1 | Data CBR dan DCP | 79 |
| Tabel 4.2 | Data Lalu Lintas Harian Rata - Rata Ponco ke Jatirogo | 80 |
| Tabel 4.3 | Data Lalu Lintas Harian Rata - Rata Jatirogo ke Ponco | 80 |
| Tabel 4.4 | Data Lendutan Balik | 82 |
| Tabel 4.5 | Data Curah Hujan | 83 |
| Tabel 4.6 | Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas Tahun 2010 – 2020 Ponco-Jatirogo | 103 |
| Tabel 4.7 | Derajat Kejenuhan sebelum Dilebarkan Ponco – Jatirogo | 108 |
| Tabel 4.8 | Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas Tahun 2010 – 2020 Jatirogo-Ponco | 127 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabel 4.9 | Derajat Kejenuhan sebelum Dilebarkan Jatirogo – Ponco | 132 |
| Tabel 4.10 | Rekappitulasi Angka Ekuivalen | 136 |
| Tabel 4.11 | Perhitungan CBR | 142 |
| Tabel 5.1 | Derajat Kejenuhan Ponco - Jatirogo Sesudah dilebarkan | 149 |
| Tabel 5.2 | Derajat Kejenuhan Jatirogo - Ponco Sesudah dilebarkan | 153 |
| Tabel 5.3 | Lintas Ekuivalen Permulaan | 155 |
| Tabel 5.4 | Lintas Ekuivalen Akhir | 155 |
| Tabel 5.5 | Faktor Umur Rencana | 164 |
| Tabel 5.6 | Waktu Kosentrasi (Km 151+000-152+823) | 189 |
| Tabel 5.7 | Koefisien Aliran (Km 151+000-152+823) | 189 |
| Tabel 5.8 | Debit Aliran (Km 151+000-152+823) | 190 |
| Tabel 5.9 | Dimensi Saluran (Km 151+000-152+823) | 190 |
| Tabel 5.10 | Kemiringan Saluran (151+000-152+823) | 191 |
| Tabel 5.11 | Waktu Kosentrasi (Km 152+823-154+000) | 195 |
| Tabel 5.12 | Koefisien Aliran (Km 152+823-154+000) | 196 |
| Tabel 5.13 | Debit Aliran (Km 152+823-154+000) | 196 |
| Tabel 5.14 | Dimensi Saluran (Km 152+823-154+000) | 196 |
| Tabel 5.15 | Kemiringan Saluran (152+823 -154+000) | 197 |
| Tabel 5.16 | Volume Pasangan Batu Kali | 203 |
| Tabel 5.17 | Volume Plesteran Halus | 208 |
| Tabel 5.18 | Volume Galian | 212 |
| Tabel 5.19 | Timbunan Tanah | 216 |
| Tabel 5.20 | Harga Satuan Dasar | 225 |
| Tabel 5.21 | Analisa Harga Satuan Pekerjaan | 228 |
| Tabel 5.22 | Rencana Anggaran Biaya | 236 |

DAFTAR PERSAMAAN

| | | |
|----------------|---|----|
| Persamaan 2.1 | Alinyemen Vertikal | 13 |
| Persamaan 2.2 | Alinyemen Horisonyal | 13 |
| Persamaan 2.3 | Penentuan Kapasitas Kondisi Lapangan | 16 |
| Persamaan 2.4 | Derajat Kejenuhan (DS) | 17 |
| Persamaan 2.5 | Arus Total Lalu Lintas (Q) | 17 |
| Persamaan 2.6 | Jumlah Kendaraan Saat Umur Rencana | 20 |
| Persamaan 2.7 | Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) .. | 25 |
| Persamaan 2.8 | Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) | 25 |
| Persamaan 2.9 | Lintas Ekuivalen Tengah (LET) | 26 |
| Persamaan 2.10 | Lintas Ekuivalen Rencana (LER) | 26 |
| Persamaan 2.11 | Faktor Penyesuaian (FR) | 26 |
| Persamaan 2.12 | Jumlah Lintas secara Akumulatif Selama umur rencana..... | 27 |
| Persamaan 2.13 | Faktor Umur Rencana | 27 |
| Persamaan 2.14 | Indeks Tebal Perkerasan (ITP) | 35 |
| Persamaan 2.15 | Faktor Keseragaman (FK)..... | 38 |
| Persamaan 2.16 | Standar Deviasi (S)..... | 38 |
| Persamaan 2.17 | Lendutan Balik Rata-Rata (\bar{d})..... | 38 |
| Persamaan 2.18 | Besarnya Lendutan jalan Arteri/Tol | 39 |
| Persamaan 2.19 | Besarnya Lendutan jalan Kolektor.. | 39 |
| Persamaan 2.20 | Besarnya Lendutan jalan Lokal..... | 39 |
| Persamaan 2.21 | Faktor Umur Rencana (N) | 39 |
| Persamaan 2.22 | Jumlah Lintas secara Akumulatif Selama umur rencana (AE18KSAL) | 40 |
| Persamaan 2.23 | Kontrol alinyemen Horizontal (R_{min}) | 48 |
| Persamaan 2.24 | Tikung Full Circle Jarak antar TC Atau CT ke PI (Tc) | 50 |
| Persamaan 2.25 | Tikung Full Circle Panjang Bagian Lengkung (Ec) | 50 |

| | | |
|----------------|--|----|
| Persamaan 2.26 | Tikung Full Circle Jarak antar PI Ke Lengkung Peralihan | 50 |
| Persamaan 2.27 | Sudut Pusat Lengkung (Qs) | 51 |
| Persamaan 2.28 | Sudut Pusat Busur Lingkaran (Qc).. | 51 |
| Persamaan 2.29 | Panjang bagian Lengkung | 51 |
| Persamaan 2.30 | Panjang Lengkung | 51 |
| Persamaan 2.31 | Tikung Spiral–Ciercle–Sepiral (P).. | 51 |
| Persamaan 2.32 | Tikung Spiral–Ciercle–Sepiral (P).. | 51 |
| Persamaan 2.33 | Tikung Spiral–Ciercle–Sepiral (k).. | 51 |
| Persamaan 2.34 | Tikung Spiral–Ciercle–Sepiral (k).. | 52 |
| Persamaan 2.35 | Jarak dari PI ke Lengkung Peralihan | 52 |
| Persamaan 2.36 | Tangent Spiral (Ts) | 52 |
| Persamaan 2.37 | Jarak Pandang berada Seluruh dalam Daerah Lengkug (S<L)..... | 53 |
| Persamaan 2.38 | Jarak Pandang berada Seluruh dalam Daerah Lengkug (S<L)..... | 53 |
| Persamaan 2.39 | Jarak Pandang berada di luar dan di Dalam Daerah Lengkug (S>L)..... | 54 |
| Persamaan 2.40 | Jarak Pandang berada di luar dan di Dalam Daerah Lengkug (S>L)..... | 54 |
| Persamaan 2.41 | Jarak Peyinaran Lamp Depan (<L).. | 55 |
| Persamaan 2.42 | Jarak Peyinaran Lamp Depan (>L).. | 55 |
| Persamaan 2.43 | Standar Deviasi (Sx) | 58 |
| Persamaan 2.44 | Besar Curah Hujan untuk Periode Ulang T tahun (Xt)..... | 58 |
| Persamaan 2.45 | Intensitas Curah Hujan (I)..... | 58 |
| Persamaan 2.46 | Waktu Kosentrasi (Tc)..... | 60 |
| Persamaan 2.47 | Inlet Time diperlukan | 61 |
| Persamaan 2.48 | Time of Flow | 61 |
| Persamaan 2.49 | Batas Daerah Pengaliran yang diperhitungkan | 62 |
| Persamaan 2.50 | Luas Daerah Pengaliran | 62 |
| Persamaan 2.51 | Koefisien Pengaliran(C)..... | 63 |
| Persamaan 2.52 | Debit Air (Q) | 64 |
| Persamaan 2.53 | Kemiringan Lapangan(i)..... | 66 |

| | | |
|----------------|---------------------------------------|----|
| Persamaan 2.54 | Kemiringan Saluran Perhitungan (i) .. | 66 |
| Persamaan 2.55 | Jari – Jari Hidrolis (R)..... | 66 |
| Persamaan 2.56 | Debit Aliran | 66 |
| Persamaan 2.57 | Luas Penampang Betuk Segi Empat | 67 |
| Persamaan 2.58 | Kecepatan Rata-Rata (V) | 67 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Peta Lokasi..... | 4 |
| Gambar 1.2 | Km 151+000 | 4 |
| Gambar 1.3 | Awal Proyek 151+000..... | 4 |
| Gambar 1.4 | Km 152+000 | 5 |
| Gambar 1.5 | Awal 152+000 | 5 |
| Gambar 1.6 | Km 153+000 | 5 |
| Gambar 1.7 | Awal 153+000 | 5 |
| Gambar 1.8 | Km 154+000..... | 5 |
| Gambar 1.9 | Akhir Proyek 154+000 | 5 |
| Gambar 1.10 | Jembatan Km 153+535 | 6 |
| Gambar 1.11 | Jembatan Km 153+535 | 6 |
| Gambar 1.12 | Jembatan Km 151+875 | 6 |
| Gambar 1.13 | Jembatan Km 151+875 | 6 |
| Gambar 1.14 | Kendaraan Berat Yang Melintas | 6 |
| Gambar 1.15 | Kendaraan Berat Yang Melintas | 6 |
| Gambar 1.16 | Kendaraan Berat Yang Melintas | 6 |
| Gambar 1.17 | Kendaraan Berat Yang Melintas | 6 |
| Gambar 1.18 | Pengukuran Drainase | 7 |
| Gambar 1.19 | Kondisi Drainase | 7 |
| Gambar 1.20 | Pengukuran Drainase | 7 |
| Gambar 1.21 | Kondisi Drainase | 7 |
| Gambar 1.22 | Kondisi Kerusakan Jalan | 7 |
| Gambar 1.23 | Kondisi Kerusakan Jalan | 7 |
| Gambar 2.1 | Mobil Penumpang | 11 |
| Gambar 2.2 | Bus Kecil | 11 |
| Gambar 2.3 | Koreksi DDT dengan CBR | 29 |
| Gambar 2.4 | Nomogram 4 untuk $I_{pt} = 2$ dan $I_{po} = 3,9 - 3,5$ | 36 |
| Gambar 2.5 | Grafik Lendutan Balik yang Dijinkan.... | 41 |
| Gambar 2.6 | Grafik Tebal Lapis Tambahan | 42 |
| Gambar 2.7 | Lengkung Full Circle | 50 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Gambar 2.8 | Lengkung Spiral-Circle-Spiral | 52 |
| Gambar 2.9 | Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cembung ($S < L$)..... | 53 |
| Gambar 2.10 | Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cembung ($S > L$)..... | 54 |
| Gambar 2.11 | Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cekung ($S > L$)..... | 55 |
| Gambar 2.12 | Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cekung ($S < L$)..... | 55 |
| Gambar 2.13 | Kurva Basis | 60 |
| Gambar 2.14 | Kemiringan Saluran | 65 |
| Gambar 2.15 | Luas Penampang Berbetuk Segi Empat | 67 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Metodologi | 74 |
| Gambar 4.1 | Grafik Lendutan Balik | 138 |
| Gambar 4.2 | Grafik Kurva Basis | 141 |
| Gambar 4.3 | Grafik Nilai CBR | 143 |
| Gambar 5.1 | Grafik Koreksi antara CBR dan DDT | 158 |
| Gambar 5.2 | Nomogram no.4 | 159 |
| Gambar 5.3 | Rencana Tebal Perkerasan | 161 |
| Gambar 5.4 | Lapis Tamahan | 166 |
| Gambar 5.5 | Lendutan yang Dijinkan | 167 |
| Gambar 5.6 | Grafik Tebal Perkerasan | 168 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada peningkatan jalan Ponco – Jatirogo merupakan bagian dari sistem transportasi, salah satu tujuan peningkatan jalan tersebut yaitu memberikan tingkat pelayanan yang lebih baik seiring dengan meningkatnya pertumbuhan sektor industri dan perdagangan yang ada di Kabupaten Tuban sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dibidang – bidang lainnya.

Pada desa Ponco – Jatirogo adalah sebuah daerah di kabupaten Tuban yang kanan kiri jalan tersebut sudah banyak pemukiman penduduk, lahan pertanian dan terdapat hutan jati. Sehingga tidak jarang banyak kendaraan yang lewat bus kecil, angkutan kota dan truk-truk pengangkut. Pada ruas jalan yang mempunyai lebar existing 6 meter dan lebar bahu jalan 2 meter ini sering mengalami masalah transportasi yaitu :

1. Semakin meningkatnya jumlah kendaraan pemakai jalan.
2. kondisi permukaan perkerasan jalan banyak yang mengalami retak- retak, berlubang.
3. Pada saat turun hujan saluran tepi air sempat tertahan karena drainase kurang terawat.

Guna mengatasi permasalahan tersebut dalam hal ini Direktorat Jendral Bina Marga sebagai salah satu instansi yang terkait mengadakan peningkatan jalan Ponco – Jatirogo (Link 032) dari KM 122+900 – KM 159+300.

Dari latar belakang tersebut penulis meninjau dan merencanakan kembali peningkatan jalan tersebut untuk umur rencana 10 tahun mendatang yang dituangkan dalam suatu Proyek Akhir dengan judul

**“Perencanaan Peningkatan Jalan Ponco – Jatirogo
(Link 032) KM 151+000 s/d KM 154+000 Kabupaten
Tuban Propinsi Jawa Timur”.**

1.2 Perumusan Masalah

Dengan berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka penulis ingin meninjau segi teknis yaitu bagaimana perencanaan ulang struktur jalan dengan merencanakan hal – hal sebagai berikut :

1. Berapa kebutuhan pelebaran yang diperlukan segmen jalan tersebut untuk umur rencana .
2. Apabila dibutuhkan pelebaran jalan, maka berapa ketebalan perkerasan baru yang diperlukan untuk umur rencana.
3. Berapa ketebalan overlay yang dibutuhkan untuk konstruksi jalan Ponco – Jatirogo selama umur rencana .
4. Bagaimana kontrol geometrik jalan (*long cross section*) untuk hasil perencanaan diatas.
5. Berapa dimensi saluran tepi (*drainase*) yang diperlukan jika jalan tersebut diperlebar.
6. Berapa anggaran biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada segman jalan yang direncanakan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam proyek akhir ini, batasan masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Perencanaan kebutuhan pelebaran jalan pada Km 151+000 – 154+000 dengan analisa kapasitas jalan dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).
2. Perencanaan Tebal perkerasan jalan dengan menggunakan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan dengan Metode Analisa Komponen 1997.
3. Perhitungan tebal lapis ulang (*overlay*) dengan cara Manual Pemeriksaan Jalan dengan alat Benkelman Beam, SK No.1/MN/B/1993.

4. Kontrol geometrik jalan dengan mengacu pada "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Rancangan Akhir), Bina Marga 1990".
5. Perencanaan saluran tepi jalan (*drainase*) dengan menggunakan (SNI 03 – 3424 – 1994) Departemant Pekerjaan Umum.
6. Menghitung anggaran biaya total perencanaan jalan Ponco – Jatirogo STA 151+100 s/d STA 154+100.
7. Tidak merencanakan desain bangunan pelengkap jembatan, gorong – gorong, dan dinding penahan tanah.
8. Tidak membahas pelaksanaan dilapangan, tidak melakukan penyelidikan tanah dan pengolahan data tanah baik di laboratorium maupun lapangan.

1.4 Tujuan

Dengan berdasarkan pada perumusan masalah diatas, maka tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

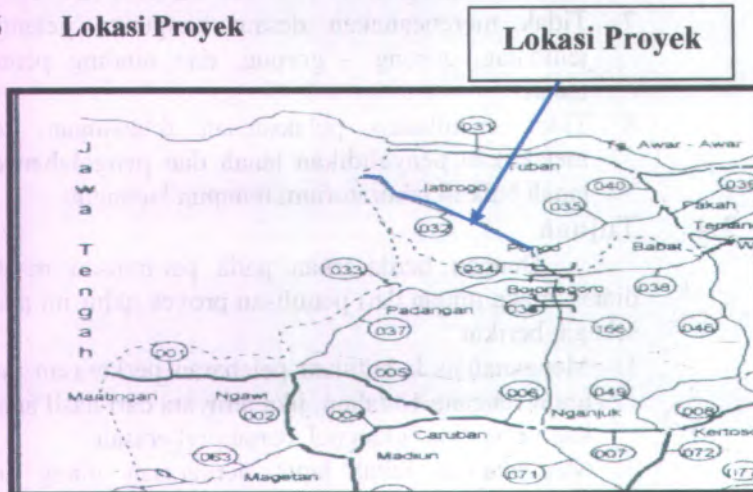
1. Menganalisis kebutuhan pelebaran perkerasan untuk umur rencana 10 tahun, jika ternyata dari hasil analisa kapasitas diperlukan pelebaran perkerasan.
2. Menganalisis tebal lapis perkerasan ulang jalan (*overlay*) berdasarkan lendutan jalan yang ada terhadap kebutuhan lendutan yang dapat mengakomodasi beban lalu lintas pada tahun 2020.
3. Merencanakan dimensi saluran tepi jalan (*drainase*) untuk dapat mengalirkan air yang berasal dari sekitar dan debit air hujan hingga pada akhir umur rencana.
4. Menghitung anggaran biaya total peningkatan jalan Ponco – Jatirogo STA 151+000 s/d STA 154+000.

1.5 Manfaat

Manfaat dengan adanya penulisan Proyek Akhir Perencanaan Peningkatan Jalan Ponco – Jatirogo adalah sebagi berikut :

1. Mahasiswa dapat mengetahui dan melakukan analisis tentang perencanaan jalan khususnya peningkatan jalan dengan menggunakan perkerasan lentur.
2. Mahasiswa dapat membuat gambar perencanaan peningkatan jalan..
3. Mahasiswa mampu menghitung anggaran biaya dari proyek peningkatan jalan.

1.6 Lokasi Proyek



Gambar 1.1
Peta Lokasi

1.7 Gambar Existing



Gambar 1.2
KM 151+000



Gambar 1.3
Awal proyek Km 151+000



Gambar 1.4
KM 152+000



Gambar 1.5
KM 152+000



Gambar 1.6
KM 153+000



Gambar 1.7
KM 153+000



Gambar 1.8
KM 154+000



Gambar 1.9
Akhir Proyek KM 154+000



Gambar 1.10
Jembatan KM 153+535



Gambar 1.12
Jembatan KM 151+870



Gambar 1.14
Kendaraan Berat yang melintas



Gambar 1.16
Kendaraan Berat yang melintas



Gambar 1.11
Jembatan KM 153+535



Gambar 1.13
Jembatan KM 151+870



Gambar 1.15
Kendaraan Berat yang melintas



Gambar 1.17
Kendaraan Berat yang melintas



Gambar 1.18
Pengukuran drainase



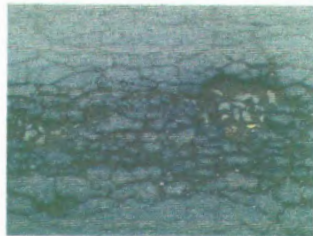
Gambar 1.19
Kondisi drainase



Gambar 1.20
Pengukuran drainase



Gambar 1.21
Kondisi drainase



Gambar 1.22
Kondisi Kerusakan



Gambar 1.23
Kondisi Kerusakan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam penyusunan laporan proyek akhir mengenai perencanaan peningkatan jalan, untuk menyelesaikan permasalahan peningkatan jalan raya adalah menentukan jenis jalan raya tersebut. Suatu segmen jalan sebagai jalur luar kota atau jalan perkotaan/semi perkotaan menurut MKJI tahun 1997 didefinisikan sebagai berikut :

Segmen jalan perkotaan / semi perkotaan : Mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruhnya, minimal pada satu sisi pada jalan tersebut, apakah itu perkembangan pita atau bukan. Jalan raya dipusat perkotaan atau dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000 jiwa selalu digolongkan pada kelompok ini. Jalan raya didaerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 jiwa juga digolongkan dalam kelompok ini jika mempunyai perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

Segmen jalan luar kota : Tanpa ada perkembangan yang menerus pada sisi manapun, meskipun mungkin terdapat perkembangan permanent yang sebentar – bentar terjadi, seperti rumah makan, pabrik ataupun perkampungan (kios – kios kecil dan kedai pada sisi jalan bukan merupakan perkembangan permanent).

Indikasi penting lebih lanjut tentang suatu daerah perkotaan adalah karakteristik arus lalu lintas puncak pada pagi dan sore hari, secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan dalam komposisi arus lalu lintasnya.

Menurut MKJI 1997 pada segmen jalan luar kota terbagi atas beberapa tipe yaitu :

- Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD)
- Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD)
- Jalan empat lajur dua arah terbagi (4/2 D)
- Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D)

Dimana : UD (*Un Divided*) = segmen jalan tak terbagi

D (*Divided*) = segmen jalan terbagi

Sesuai pada karakteristik diatas jalan Ponco – Jatirogo termasuk jalan dengan kriteria jalan luar kota karena daerah sekitarnya merupakan area persawahan tanpa adanya perkembangan yang menerus dengan tipe jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD).

Menurut UU 38/2004 pasal 8 Tentang Jalan, pada dasarnya jalan umum dibagi dalam 3 kelompok berdasarkan fungsinya yaitu :

- Jalan Arteri : jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri- ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan yang masuk dibatasi secara efisien.
- Jalan Kolektor : jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- Jalan Lokal/Penghubung : jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jalan masuk tidak dibatasi.

Sehubung dengan kriteria jalan diatas, ruas jalan Ponco-Jatirogo termasuk kategori jalan yang berfungsi :

1. Berdasarkan fungsinya melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri – ciri perjalanan jarak sedang.



Gambar2.1
Mobil Penumpang



Gambar2.2
Bus Kecil

Mobil penumpang dan mini bus ini bertujuan antara Jatirogo – Bojonegoro. Jadi berjarak sedang.

2. Kecepatan Perencanaan.

Berdasarkan Data teknis perencanaan jalan Ponco – Jatirogo. Kecepatan rencana (V) : 60 km/jam.

Berdasarkan pada tabel :

Tabel 2.1 Kecepatan Rencana

| Fungsi | Kecepatan Rencana (km/jam) | | |
|----------|----------------------------|---------|------------|
| | Datar | Bukit | Pegunungan |
| Arteri | 70 – 120 | 60 – 80 | 40 – 70 |
| Kolektor | 60 – 90 | 50 – 60 | 30 – 50 |
| Lokal | 40 – 70 | 30 – 50 | 20 – 30 |

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

a. Jumlah Jalan masuk dibatasi

Menurut gambar pada jalan Ponco-Jatirogo kendaraan berkelas III B dan kendaraan truk gandeng dilarang masuk pada tabel yang bersumber dari dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur :



Tabel 2.2 Lebar Perencanaan

| Fungsi | Kelas | Lebar Lajur Ideal (m) |
|----------|---------------|-----------------------|
| Arteri | I | 3.75 |
| | II ; III A | 3.50 |
| Kolektor | III A ; III B | 3.50 |
| Lokal | III C | 3.00 |

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

| | Arteri | Kolektor | Lokal |
|-----------------------|--------|----------|-------|
| Fungsi | x | V | x |
| Kecepatan Perencanaan | x | V | x |
| Batas Jalan Masuk | x | V | x |

Jadi dengan kriteri diatas menurut UU 38/2004, bawah jalan Ponco – Jatirogo termasuk kategori jalan kolektor dengan fungsinya sebagai angkutan pengumpul dengan jarak sedang, kecepatan perencanaan 60 km/jam, dan jumlah jalan masuk yang dibatasi sebesar kelas III B.

2.2 Analisa Kapasitas Jalan

Tujuan utama analisa ini adalah untuk menentukan peningkatan jalan yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas yang dikehendaki sekarang dan 10 tahun yang akan datang sesuai perencanaan. Sesuai dengan MKJI tahun 1997 analisa kapasitas jalan terbagi dilakukan pada masing – masing jalur jalan yang direncanakan dan tiap jalur diasumsikan sebagai jalan yang berbeda.

2.2.1 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar merupakan segmen jalan pada suatu kondisi yang telah ditentukan pada sebelumnya (kondisi lingkungan, volume lalu lintas dan geometrik jalan). Sedangkan segmen jalan adalah panjang jalan yang

mempunyai karakteristik yang sama pada seluruh panjangnya. Tabel yang digunakan untuk perhitungan kapasitas dasar antara lain:

**Tabel 2.3 Kapasitas dasar pada jalan luar kota
2 lajur2 arah tak terbagi (2/2 UD)**

| Tipe alinyemen | Kapasitas dasar total dua arah (smp/jam/lajur) |
|----------------|---|
| Datar | 3100 |
| Bukit | 3000 |
| Gunung | 2900 |

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-65.

Penggolongan tipe medan/alinyemen sehubungan dengan topografi daerah yang dilewati jalan, medan dibagi atas 3 jenis yang dibedakan oleh besarnya kemiringan medan dalam arah yang kira-kira tegak lurus as jalan.

Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan dan ditentukan oleh naik/turun lengkung vertikal dan jumlah lengkung horisontal sepanjang jalan. Untuk menentukan lengkung horisontal dan lengkung vertikal dipakai rumus sebagai berikut :

→ Alinyemen vertikal

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{Panjang Jalan}} \dots (\text{m/km}) \dots \text{Pers. 2.1}$$

→ Alinyemen horisontal

$$\frac{\sum \Delta}{360} \times 2\pi \text{rad} \\ \sum \text{Panjang Jalan} \quad (\text{rad/km}) \dots \text{Pers. 2.2}$$

Pengelompokan medan dan kemiringan medan yang terjadi pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Pembagian Tipe Alinyemen

| Tipe Alinyemen | Lengkung Vertikal (m/km) | Lengkung Horizontal (rad/km) |
|----------------|--------------------------|------------------------------|
| Datar | <10 | <1.0 |
| Bukit | 10-30 | 1.0-2.5 |
| Gunung | >30 | >2.5 |

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-23.

2.2.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw).

Menetapkan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas berdasar pada lebar efektif jalur lalu lintas (FCw). Dimana lebar jalur lalu lintas adalah lebar jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan. Untuk menentukan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas berdasarkan pada lebar efektif jalur lalu lintas (FCw) berdasarkan tabel 2.5.

Tabel 2.5 Faktor penyesuaian kapasitas akibat Lebar jalur lalu lintas (FCw)

| Tipe Jalan | Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas / Wc | FCw |
|-------------------------------|--------------------------------------|------|
| | Total kedua arah | |
| | 5 | 0,69 |
| | 6 | 0,91 |
| Dua Lajur tak Terbagi (UD2/2) | 7 | 1,00 |
| | 8 | 1,08 |
| | 9 | 1,15 |
| | 10 | 1,21 |
| | 11 | 1,27 |

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal6-66

2.2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp).

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan dua arah dinyatakan presentase dari arah arus total

masing – masing arah. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah berdasarkan pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp)

| Pemisah arah SP % - % | | 50-50 | 55-45 | 60-40 | 65-35 | 70-30 |
|--------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FCsp | Dua Lajur 2/2 | 1.0 | 0,97 | 0,94 | 0,91 | 0,88 |
| | Empat Lajur 4/2 | 1.0 | 0,975 | 0,95 | 0,925 | 0,90 |

Sumber : MKJI Tahun 1997 untuk jalan luar kota 6-67.

2.2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Hambatan samping adalah pengaruh kondisi kegiatan di samping ruas jalan yang memberi dampak pada arus lalu lintas, misalnya pejalan kaki, penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya.

Tabel 2.7 Kelas Hambatan Samping

| Kelas Hambatan Samping | Kode | Bobot Frekuensi Dari Kejadian (kedua sisi) | Kondisi Khas |
|------------------------|------|--|---|
| Sangat rendah | VL | < 50 | Pedesaan : pertanian / belum berkembang |
| Rendah | L | 50 -150 | Pedesaan : beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan |
| Sedang | M | 150 – 250 | Kampung : kegiatan pemukiman |
| Tinggi | H | 250 – 350 | Kampung : beberapa kegiatan pasar |
| Sangat tinggi | VH | > 350 | Hampir perkotaan : banyak pasar atau kegiatan niaga |

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-10.

Tabel 2.8 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)

| Tipe Jalan | Kelas Hambatan Samping | Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FCsf) | | | |
|------------|------------------------|---|------|------|-------|
| | | Lebar bahu efektif | | | |
| | | ≤ 0.5 | 1.0 | 1.5 | ≥ 2.0 |
| 2/2 UD | VL | 0.97 | 0.99 | 1.00 | 1.02 |
| | L | 0.93 | 0.95 | 0.97 | 1.00 |
| | M | 0.88 | 0.91 | 0.94 | 0.98 |
| | H | 0.84 | 0.87 | 0.91 | 0.95 |
| | VH | 0.80 | 0.83 | 0.88 | 0.93 |

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-68.

2.2.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi tertentu (sebagai contoh : geometrik, lingkungan, lalu lintas da lain-lain). Penentuan kapasitas pada kondisi lapangan diperoleh dengan persamaan 2.3.

(Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-18).

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \dots \dots \dots \text{Pers. 2.3}$$

Dimana :

C = Kapasitas

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

FC_{sf} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

2.2.6 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat diperoleh dari pembagian arus lalu lintas dengan kapasitas kendaraan yang ada. Derajat kejenuhan ini diberi batasan = 0,75. Bila melebihi dari 0,75 maka dianggap jalan sudah tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas. Jadi harus ada pelebaran jalan. Rumus yang digunakan :

$$DS = \frac{Q}{C} < 0,75 \dots \dots \dots \text{Pers 2.4}$$

$$Q = \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \dots \dots \dots \text{Pers. 2.5}$$

Dimana :

- DS = *Degree of Saturated* (Derajat Kejenuhan)
 Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)
 C = Kapasitas
 k = Faktor volume lalu lintas jam sibuk Nilai normal = 0,11

- Menentukan faktor k.
Faktor k adalah ratio antara arus jam rencana dan LHRT ditentukan sebesar 0,11.
- LHRT
Adalah lalu lintas harian rata – rata tahunan dalam satuan kendaraan/jam, agar satuannya menjadi smp/jam dikalikan dengan nilai emp.
- Menentukan emp (ekivalen mobil penumpang)
Adalah faktor dari tipe kendaraan dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruh kepada kecepatan kendaraan ringan antara arus campuran.



Tabel 2.9 Ekvivalen Mobil Penumpang untuk jalan 2/2 UD

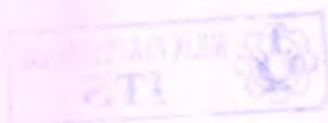
| Tipe Alinyemen | Arus Total (kend/jam) | emp (ekivalen mobil penumpang) | | | | | |
|----------------|-----------------------|--------------------------------|-----|-----|-----------------------|-----|-----|
| | | MHV | LB | LT | MC | | |
| | | | | | Lebar jalur lalin (m) | | |
| | | | | <6 | 6 - 8 | >8 | |
| Datar | 0 | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 0,8 | 0,6 | 0,4 |
| | 800 | 1,8 | 1,8 | 2,7 | 1,2 | 0,9 | 0,6 |
| | 1350 | 1,5 | 1,6 | 2,5 | 0,9 | 0,7 | 0,5 |
| | >1900 | 1,3 | 1,5 | 2,5 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| Bukit | 0 | 1,8 | 1,6 | 5,2 | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| | 650 | 2,4 | 2,5 | 5,0 | 1,0 | 0,8 | 0,5 |
| | 1100 | 2,0 | 2,0 | 4,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4 |
| | ≥ 1600 | 1,7 | 1,7 | 3,2 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| Gunung | 0 | 3,5 | 2,5 | 6,0 | 0,6 | 0,4 | 0,2 |
| | 450 | 3,0 | 3,2 | 5,5 | 0,9 | 0,7 | 0,4 |
| | 900 | 2,5 | 2,5 | 5,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| | ≤ 1350 | 1,9 | 2,2 | 4,0 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota 6-44

Untuk kendaraan berat menengah (MHV), Bus Besar (LB), Truck Besar (LT), sepeda motor (MC), dan kendaraan ringan/mobil penumpang selalu bernilai 1,00.

Derajat kejenuhan (Ds) perlu diketahui dalam perencanaan peningkatan jalan luar kota yang sudah ada.

- apabila $D_s > 0,75$ pada jam puncak maka jalan tersebut perlu diadakan pelebaran sedemikian rupa sehingga $D_s < 0,75$ hingga akhir umur rencana.
- Jalan Ponco - Jatirogo merupakan jalan yang menghubungkan Kabupaten Bojonegoro dengan Kabupaten Tuban, dengan demikian jalan tersebut bisa diklasifikasikan sebagai jalan kolektor.



2.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu perkerasan yang dibangun diatas tanah dengan maksud untuk dapat menahan beban kendaraan atau lalu lintas, serta tahan terhadap perubahan cuaca yang terjadi. Konstruksi ini terdiri dari laoisan – lapisan yang mempunyai fungsi menerima beban lalu lintas dan menyebarkan lapisan yang dibawahnya hingga ketanah dasar.

Perencanaan perkerasan ini juga dapat dimaksud suatu sistem untuk perancangan perkerasan umumnya untuk kebutuhan perkerasan pada saat umur rencana berlangsung, untuk mempertahankan perkerasan agar berfungsi dengan baik.

Suatu perkerasan lentur dilihat baik apabila dapat menghasilkan dimensi konstruksi yang kecil dengan biaya yang murah dan mempunyai masa pemakaian yang cukup lama. Untuk memenuhi hal tersebut, perencanaan harus didukung data-data yang obyektif dan akurat.

2.3.1 Umur Rencana

Umur Rencana merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan berat atau perlu diberi lapis ulang. Umur rencana untuk jenis perkerasan lentur (flexible pavement) berdasarkan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga adalah 5 sampai 10 tahun.

Pemeliharaan perkerasan jalan harus di lakukan selama umur rencana. Umur rencana untuk perkerasan lentur pada peningkatan jalan Ponco-jatirogo direncanakan selama 10 tahun. Jika umur rencana lebih besar 10/20 tahun maka perkerasan tersebut sudah tidak lagi efisien dan ekonomis karena perkembangan lalu lintas dari tahun ketahun semakin besar.

2.3.2 Data Lalu Lintas

Untuk merencanakan jalan maka diperlukan data mengenai lalu lintas yang melalui jalan tersebut. Lalu lintas yang melalui jalan harus diperkirakan jumlahnya pada saat umur rencana. Hal ini bertujuan agar jalan yang direncanakan dapat berfungsi sesuai dengan kelas fungsinya selama umur jalan yang direncanakan.

LHR (Lalu Lintas Harian Rata-Rata) adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam untuk kedua arah.

Untuk meramalkan jumlah keadaan pada saat umur rencana dapat menggunakan persamaan :

$$F = P \times (1 + i)^n \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.6}$$

Keterangan :

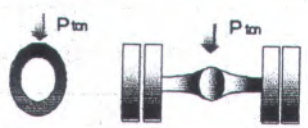


- F = Jumlah kendaraan saat umur rencana
- P = Jumlah kendaraan saat sekarang
- i = Faktor pertumbuhan
- n = Umur rencana jalan

2.3.3 Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekivalen (E) beban sumbu adalah: angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (beban standar) yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan lewat satu kali.

Karena beban sumbu kendaraan mempunyai nilai yang beraneka ragam maka beban sumbu tunggal seberat 8,18 ton (1800 lbs), sehingga dapat dihasilkan besaran ekivalen yang sesuai dengan aturan yang ada. Besar Ekivalen (E) beban sumbu kendaraan dapat dirumuskan seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.10 Rumus untuk Ekvivalen Beban Sumbu

| Jumlah Sumbu | Konfigurasi Sumbu | Rumus |
|--------------|---|---|
| Tunggal |  | $\left(\frac{P}{8.16}\right)^4$ |
| Tandem/Ganda |  | $0.0863\left(\frac{P}{8.16}\right)^4$ |
| Tridem |  | $0.0148\left(\frac{P}{8.16}\right)^{4.352}$ |

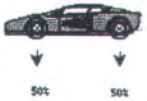

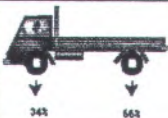
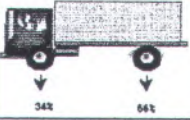
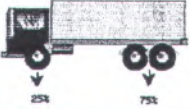
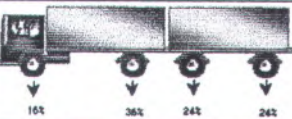
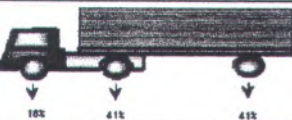

Konfigurasi sumbu tunggal mempunyai pengaruh yang sangat besar pada kerusakan jalan dibandingkan dengan sumbu ganda. Berikut adalah nilai ekivalen faktor kerusakan (EDF) untuk beberapa besar beban sumbu dan jenis kendaraan

Tabel 2.11 Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

| Beban Sumbu | | Angka Ekivalen | |
|-------------|--------|----------------|-------------|
| Kg | Lb | Sumbu tunggal | Sumbu ganda |
| 1. | 2.205 | 0,0002 | - |
| 2. | 4.409 | 0,0036 | 0,0003 |
| 3 | 6.614 | 0,0183 | 0,0016 |
| 4 | 8.818 | 0,0577 | 0,0050 |
| 5 | 11.023 | 0,1410 | 0,0121 |
| 6 | 13.228 | 0,2923 | 0,0251 |
| 7 | 15.432 | 0,5415 | 0,0466 |
| 8 | 17.637 | 0,9238 | 0,0794 |
| 8.16 | 18 | 10,000 | 0,0860 |
| 9 | 19.841 | 14,798 | 0,1273 |
| 10 | 22.046 | 22,555 | 0,1940 |
| 11 | 24.251 | 33,022 | 0,2840 |
| 12 | 26.455 | 46,770 | 0,4022 |
| 13 | 28.66 | 64,419 | 0,5540 |
| 14 | 30.864 | 86,647 | 0,7452 |
| 15 | 33.069 | 114,184 | 0,9820 |
| 16 | 35.276 | 147,815 | 12,712 |

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 10

**Tabel 2.12 Komposisi Roda dan Unit Ekuivalen
8,16 ton Beban As Tunggal**

| Konfigurasi Sumbu dan Type | Berat Kosong (Ton) | Berat Muatan Maksimum (Ton) | Berat Total Maksimum (Ton) | UE 18 KSAL KOSONG | UE 18 KSAL Maksimal | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|--|
| 1.1 MP | 1.5 | 0.5 | 2 | 0.0001 | 0.0004 |  |
| 1.2 BUS | 3 | 6 | 9 | 0.0037 | 0.3006 |  |
| 1.2L Truck | 2.3 | 6 | 8.3 | 0.0013 | 0.2174 |  |
| 1.2H Truck | 4.2 | 14 | 18.2 | 0.0143 | 5.0264 |  |
| 1.22 Truck | 5 | 20 | 25 | 0.0044 | 2.7416 |  |
| 1.2+2.2 Trailer | 6.4 | 25 | 31.4 | 0.0085 | 4.9283 |  |
| 1.2-2 Trailer | 6.2 | 20 | 26.2 | 0.0192 | 6.1179 |  |
| 1.2-22 Trailer | 10 | 32 | 42 | 0.0327 | 10.183 |  |

2.3.4 Jumlah Jalur dan koefisiensi distribusi kendaraan (C).

Jumlah jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar tabel 2.11.

Tabel 2.13 Jumlah Jalur kendaraan

| Lebar perkerasan (L) | Jumlah Jalur (m) |
|---------------------------------------|------------------|
| $L < 5,5$ m | 1 jalur |
| $5,5 \text{ m} \leq L \leq 8,25$ m | 2 jalur |
| $8,25 \text{ m} \leq L \leq 11,25$ m | 3 jalur |
| $11,25 \text{ m} \leq L \leq 15,00$ m | 4 jalur |
| $15,00 \text{ m} \leq L \leq 18,75$ m | 5 jalur |
| $18,75 \text{ m} \leq L \leq 22,00$ m | 6 jalur |

Sumber : *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 8*

Tabel 2.14 Koefisien Distribusi pada Lajur Rencana

| Jumlah lajur | Kendaraan Ringan (Berat total < 5 ton) | | Kendaraan Berat (Berat total > 5 ton) | |
|--------------|---|--------|--|--------|
| | 1 Arah | 2 Arah | 1 Arah | 2 Arah |
| 1 lajur | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 2 lajur | 0,60 | 0,50 | 0,75 | 0,50 |
| 3 lajur | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,475 |
| 4 lajur | - | 0,30 | - | 0,450 |
| 5 lajur | - | 0,25 | - | 0,425 |
| 6 lajur | - | 0,20 | - | 0,400 |

Sumber : *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 9*

2. Menentukan berat masing – masing sumbu berdasarkan survey dari setiap jenis kendaraan.
3. Menentukan angka ekivalen dari setiap jenis kendaraan, merupakan jumlah angka ekivalen dari beban sumbu depan dan sumbu belakang.
4. Menentukan prosentase kendaraan yang berada pada jalur rencana, yaitu lajur dengan volume kendaraan berat terbesar. Dimana untuk prosentase kendaraan pada lajur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana yang diberikan oleh Bina Marga.
5. Menentukan Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)
6. Menentukan lintas ekivalen selama umur rencana (AE18KSAL = accumulative 18 kips single axle load)

$$AE18KSAL = 365 \times LEP \times N \dots\dots\dots 2.12$$

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+R)^n + 2(1+R) \frac{(1+R^{n-1}) - 1}{R} \right] \dots\dots\dots 2.13$$

Dimana :

- | | |
|----------|---------------------------------------|
| AE18KSAL | = Lintas Ekivalen selama umur rencana |
| LEP | = Lintas Ekivalen awal umur rencana |
| N | = Faktor umur rencana |
| i | = perkembangan lalu lintas |
| n | = umur rencana |

2.3.6 Faktor Regional (FR)

Faktor Regional (FR) adalah faktor setempat yang menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah

dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.9}$$

Dimana :

LET = Lintas Ekivalen Tengah
LEP = Lintas Ekivalen Permukaan
LEA = Lintas Ekivalen Akhir

- Lintas Ekivalen Rencana (LER) ialah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana. LET dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LER = LET \times FP \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.10}$$

$$FP = \frac{UR}{10} \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.11}$$

Dimana :

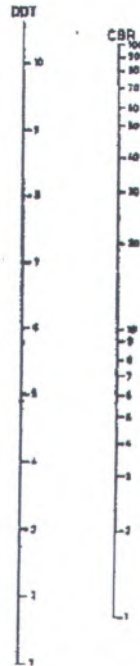
LER = Lintas Ekivalen Rencana
LET = Lintas Ekivalen Tengah
FP = Faktor Penyesuaian
UR = Umur Rencana

Berikut ini adalah langkah - langkah yang diperoleh untuk mendapatkan harga lintas ekivalen adalah :

1. Menentukan jumlah kendaraan dalam 1hari / 2arah / total lajur yang dibedakan menurut jenis kendaraan. Pada perencanaan tebal perkerasan, mobil penumpang kendaraan ringan (berat kosong < 1500 kg) tidak diperhitungkan. Hal sesuai dengan pengaruh beban kendaraan tersebut yang sangat kecil terhadap perkerasan jalan.

- a. Menentukan nilai CBR yang terrendah.
- b. Menentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau yang lebih besar dari masing – masing nilai CBR yang ada dan kemudian disusun mulai nilai CBR terkecil sampai terbesar.
- c. Untuk angka terbanyak diberi nilai 100%, sedangkan angka yang lain merupakan prosentase dari 100%.
- d. Membuat grafik hubungan antara harga CBR dan prosentase jumlah CBR.
- e. Harga CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.

Untuk penyerderhaan ditetapkan sebuah parameter Daya Dukung Tanah yang dikoreksi secara empiris dengan berbagai nilai CBR tanah dasar. Korelasi nilai CBR dan DDT yang ditetapkan dalam bentuk nomogram seperti gambar 2.3.



Gambar 2.3 Korelasi DDT dengan CBR

2.3.8 Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan (IP) adalah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan jalan bertakaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Indeks Permukaan diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak-retak, alur-alur, lubang-lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur jalan tersebut.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya ialah seperti yang tersebut dibawah ini :

IP = 1,0 : menyatakan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Penentuan indeks permukaan ada dua macam yaitu indeks indeks permukaan awal pada umur rencana (Ipo) dan indeks permukaan pada akhir umur rencana (Ipt) adalah sebagai berikut :

→ Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (Ipo)

Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/ kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana.

Tabel 2.16 Indeks Permukaan pada Awal umur Rencana (IPo)

| Jenis Lapis Perkerasan | IPo | Roughness (mm/km) |
|------------------------|------------|-------------------|
| LASTON | ≥ 4 | ≤ 1000 |
| | 3,9 – 3,5 | > 1000 |
| LASBUTAG | 3,9 – 3,5 | ≤ 2000 |
| | 3,4 – 3,0 | > 2000 |
| HRA | 3,9 – 3,5 | ≤ 2000 |
| | 3,4 – 3,0 | > 2000 |
| BURDA | 3,9 – 3,4 | < 2000 |
| BURTU | 3,4 – 3,0 | < 2000 |
| LAPEN | 3,4 – 3,0 | ≤ 3000 |
| | 2,9 – 2,5 | > 3000 |
| LATASBUM | 2,9 – 2,5 | |
| BURAS | 2,9 – 2,5 | |
| LATASIR | 2,9 – 2,5 | |
| JALAN TANAH | $\leq 2,4$ | |
| JALAN KERIKIL | $\leq 2,4$ | |

Sumber : Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987,hal 13

→ **Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana(Ipt)**

Untuk menentukan nilai IP pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lalu Lintas Rencana (LER)

Tabel 2.17 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

| LER | Klasifikasi Jalan | | | |
|------------|-------------------|-----------|-----------|-----|
| | lokal | kolektor | arteri | Tol |
| < 10 | 1,0-1,5 | 1,5 | 1,5 – 2,5 | - |
| 10 – 100 | 1,5 | 1,5 – 2,0 | 2,0 | - |
| 100 – 1000 | 1,5 – 2,0 | 2,0 | 2,0 – 2,5 | - |
| > 1000 | - | 2,0 – 2,5 | 2,5 | 2,5 |

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 13

2.3.9 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relatif (a) dari masing – masing bahan dan kegunaannya sebagai lapisan permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapos pondasi atau pondasi bawah). Harga koefisien kekuatan relatif dapat dilihat pada tabel 2.16.

Tabel 2.18 Koefisien kekuatan relatif (a)

| Koefisien kekuatan relatif | | | Kekuatan bahan | | | Jenis bahan |
|----------------------------|------|------|----------------|--------------------------|---------|---|
| a1 | a2 | a3 | MS (kg) | KT (kg/cm ²) | CBR (%) | |
| 0.40 | | | 744 | | | LASTON |
| 0.35 | | | 590 | | | |
| 0.32 | | | 454 | | | |
| 0.30 | | | 340 | | | |
| 0.35 | | | 744 | | | ASBUTON |
| 0.31 | | | 590 | | | |
| 0.28 | | | 454 | | | |
| 0.26 | | | 340 | | | |
| 0.30 | | | 340 | | | HRA Aspal Macadam Lapen(mekanis) Lapen (manual) |
| 0.26 | | | 340 | | | |
| 0.25 | | | | | | |
| 0.20 | | | | | | |
| | 0.28 | | 590 | | | LASTON atas |
| | 0.26 | | 454 | | | |
| | 0.24 | | 340 | | | |
| | 0.23 | | | | | Lapen(mekanis) Lapen (manual) |
| | 0.19 | | | | | |
| | 0.15 | | | 22 | | Stabilitas tanah dengan semen Stabilisasi tanah dengan kapur |
| | 0.13 | | | 18 | | |
| | 0.15 | | | 22 | | |
| | 0.13 | | | 18 | | |
| | 0.14 | | | | 100 | Batu pecah (A) |
| | 0.13 | | | | 80 | Batu pecah (B) |
| | 0.12 | | | | 60 | Batu pecah (C) |
| | | 0.13 | | | 70 | Sirtu/Pitrum A |
| | | 0.12 | | | 50 | Sirtu/Pitrum B |
| | | 0.11 | | | 30 | Sirtu/Pitrum C |
| | | 0.10 | | | 20 | Tanah/Lempung |
| | | 0.10 | | | 20 | Kepasiran |

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 14-15

→ **Tebal minimum lapis perkerasan**

Untuk menentukan tebal perkerasan terlebih dulu harus diketahui tebal masing – masing lapis dalam (cm). D1, D2, D3 merupakan faktor pengali koefisien relatif dalam mencari tebal perkerasan. Perkiraan tebal perkerasan tergantung dari nilai minimum yang diberikan Bina Marga. Penentuan tebal minimum lapis perkerasan dapat dilihat pada table 2.16 dan 2.17.

Tabel 2.19 Tebal Minimum Lapis Permukaan

| ITP | Tabal Minimum (cm) | Bahan |
|-------------|--------------------|---|
| < 3.00 | 5 | Lapisan pelindung : (bursa/burtu/burda) |
| 3.00 – 6.70 | 5 | Lapen/Aspal macadam, HRa, Asbuton, Laston |
| 6.71 – 7.49 | 7.5 | Lapen/Aspal macadam, HRa, Asbuton, Laston |
| 7.50 – 9.99 | 7.5 | Asbuton, Laston |
| > 10 | 10 | Laston |

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal15

Tabel 2.20 Tebal Minimum Lapis Pondasi

| ITP | Tabal Minimum (cm) | Bahan |
|--------------|--------------------|--|
| < 3.00 | 15 | Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur. |
| 3.00 – 7.49 | 20* | Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur. |
| 7.49 – 9.99 | 10 | Laston atas |
| | 20 | Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi macadam. |
| 9.99 – 12.14 | 15 | Laston atas |
| | 20 | Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi macadam. |

| | | |
|---------|----|--|
| > 12.25 | 25 | Lapen, Laston atas Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi macada, Laston atas. |
|---------|----|--|

Sumber : *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal16*

Catatan : * Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

Untuk nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, maka tebal minimum adalah 10 cm.

2.3.10 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Tebal perkerasan merupakan perkalian antara koefisien relatif dengan tebal masing – masing. Dapat ditulis dengan rumus :

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.14}$$

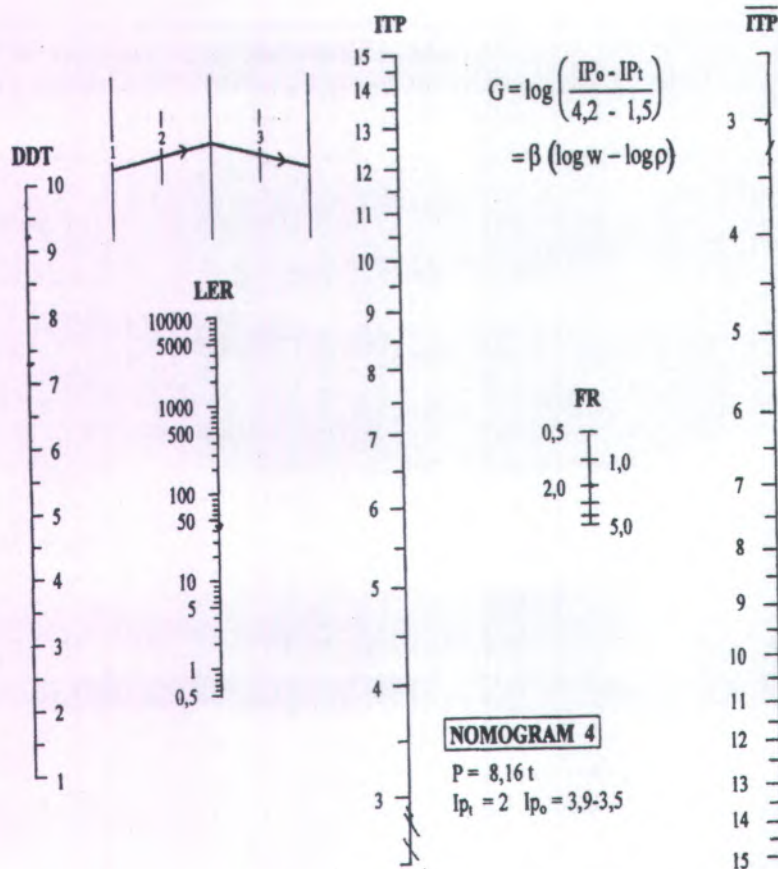
Keterangan:

ITP = Indeks tebal perkerasan

$A_{1,2,3}$ = Koefisien kekuatan relatif permukaan, lapis pondasi dan pondasi bawah.

$D_{1,2,3}$ = Tebal tiap-tiap lapisan

Indeks Tebal Perkerasan (ITP) adalah suatu angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan jalan yang nilainya didapat dengan nomogram.



Gambar 2.4 : Nomogram 4 untuk I_{pt} = 2 dan I_{po} = 3,9-3,5

2.4 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

Tujuan utama dari perencanaan tebal lapisan tambahan (overlay) adalah untuk meningkatkan atau untuk memperpanjang umur pelayanan jalan raya. Lapisan tambahan ini dilakukan pada jalan yang sudah tidak berfungsi sebagai mana mestinya atau kurang memenuhi syarat.

Metode yang digunakan dalam perencanaan proyek ini adalah metode Bina Marga 01/MN/B/1983 adalah untuk mengetahui struktural konstruksi perkerasan jalan lama dengan menggunakan alat Benkleman Beam sebagai surveynya. Survey dengan menggunakan alat Benkleman Beam terdapat faktor – faktor yang mempengaruhi data antara lain :

- a. Jenis perkerasan jalan
 Jenis konstruksi permukaan jalan berpengaruh pada :
 → Letak survey dari jumlah alat Benkleman Beam yang digunakan.
 → Besar ledutan balik akibat beban AE 18 KSAL.
 Pengukuran suhu pada factor penyesuaian
- b. Data lalu lintas
 Data lalu lintas kendaraan terdiri dari lalu lintas kendaraan ringan, kendaraan berat, kendaraan tidak bermotor.
- c. Beban truck
 Beban truck yang digunakan pada survey mempengaruhi harga lendutan, dimana beban truck 8,16 ton, jika beban truck tidak memenuhi syarat harus dikoreksi dengan faktor koreksi beban.
- d. Musim
 Musim dan lingkungan mempengaruhi hasil survey. Survey pada musim hujan menghasilkan lendutan lebih tinggi dibandingkan survey pada musim kemarau. Dimana diperlukan factor koreksi sebagai penyesuaian yang terlihat pada table.

Tabel 2.21 Faktor koreksi untuk Benkleman Beam

| Faktor koreksi (Fe) | Kondisi survey |
|---------------------|--|
| 0,9 – 1,0 | Survey dilakukan pada lokasi yang kondisi drainasenya jelek dan akan dibuat lebih baik setelah survey. |

| | |
|------------|--|
| 1,0 | Survey dilakukan pada musim kemarau dan lokasi survey berada pada daerah dengan muka air tanah tinggi. |
| 1,0 – 1,15 | Survey dilakukan pada awal musim kemarau atau musim penghujan. |
| 1,15 | Survey dilakukan pada musim kemarau |

Sumber : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983

2.4.1 Faktor keseragaman untuk lendutan balik

Setelah mendapatkan data Benkleman Beam Test, maka data lendutan balik yang kurang seragam perlu diseragamkan, dengan menggunakan rumus :

Dimana :

$$Fk = \frac{S}{\bar{d}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.15}$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.16}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.17}$$

Keterangan :

Fk = Faktor keseragaman

S = Standar Deviasi

\bar{d} = Lendutan balik rata – rata

n = Jumlah titik pemisah dalam segmen

$\sum d$ = Jumlah lendutan balik

Tabel 2.22 Faktor Keseragaman

| Nilai FK | Keadaan |
|-------------|----------------|
| < 15 % | Sangat seragam |
| 15 % - 20 % | Seragam |
| 20 % - 25 % | Baik |
| 25 % - 30 % | Cukup |
| 30 % - 40 % | Jelek |
| > 40 % | Tidak Seragam |

Sumber : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983

Besarnya lendutan balik segmen yang mewakili seksi jalan Untuk masing – masing fungsi jalan :

$$\rightarrow \text{Jalan arteri/tol } D = \bar{d} + 2 \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.18}$$

$$\rightarrow \text{Jalan kolektor } D = \bar{d} + 1.64 \text{ s.} \dots\dots\dots \text{Pers 2.19}$$

$$\rightarrow \text{Jalan lokal } D = \bar{d} + 1.28 \text{ s.} \dots\dots\dots \text{Pers 2.20}$$

2.4.2 Faktor Umur Rencana

faktor umur rencana dapat diketahui dengan rumus:

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+R)^n + 2(1+R) \frac{(1+R)^n - 1}{R} \right] \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.21}$$

Keterangan :

N = Faktor umur rencana

R = Perkembangan lalu lintas (%)

N = umur rencana

Tabel 2.23 Hubungan Faktor Umur Rencana dengan Perkembangan Lalu Lintas

| N \ R | R | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2% | 4% | 5% | 6% | 8% | 10% |
| 1 tahun | 1.01 | 1.02 | 1.02 | 1.03 | 1.04 | 1.05 |
| 2 tahun | 2.04 | 2.08 | 2.10 | 2.12 | 2.16 | 2.21 |
| 3 tahun | 3.09 | 3.18 | 3.23 | 2.30 | 3.38 | 3.48 |
| 4 tahun | 4.16 | 4.33 | 4.42 | 4.5 | 4.69 | 4.87 |
| 5 tahun | 5.25 | 5.53 | 5.66 | 5.30 | 6.10 | 6.41 |
| 6 tahun | 6.37 | 6.77 | 6.97 | 7.18 | 7.63 | 8.10 |
| 7 tahun | 7.51 | 8.06 | 8.35 | 8.65 | 9.28 | 9.96 |
| 8 tahun | 8.70 | 9.51 | 9.62 | 10.20 | 11.05 | 12.00 |
| 9 tahun | 9.85 | 10.19 | 11.30 | 11.84 | 12.99 | 14.26 |
| 10 tahun | 11.05 | 12.25 | 12.90 | 13.60 | 15.05 | 16.73 |
| 15 tahun | 17.45 | 20.25 | 22.15 | 23.90 | 28.30 | 33.36 |
| 20 tahun | 24.55 | 30.40 | 33.90 | 37.95 | 47.70 | 60.20 |

Sumber : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983

2.4.3 Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana

lalu lintas secara akumulatif selama umur rencana dapat diketahui dengan rumus :
Dimana :

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times \sum UE\ 18\ KSAL \dots\dots\dots \text{Pers.2.22}$$

Keterangan :

AE 18 KSAL = Accumulatif Equivalent 18 Kip
Single axle Load

UE 18 KSAL = Unit Equivalent Single axle Load

N = Faktor umur rencana yang sesuai dengan perkembangan lalu lintas

M = Jumlah masing – masing jenis kendaraan

Tabel 2.24 Hubungan AE 18 KSAL dan Lebar Perkerasan

| Lebar perkerasan (m) | AE 18 KSAL |
|----------------------|---|
| 1.00 – 4.00 | 100% 365 N (ITN _{kr} + ITN _{kb}) |
| 4.00 – 7.00 | 50% 365 N (ITN _{kr} + ITN _{kb}) |
| 8.00 – 10.00 | 365 N (45% ITN _{kr} + 45 ITN _{kb}) |
| 11.00 – 16.00 | 365 N (30% ITN _{kr} + 40 ITN _{kb}) |
| 17.00 | 365 N (80% ITN _{kr} + 40 ITN _{kb}) |

Sumber : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983

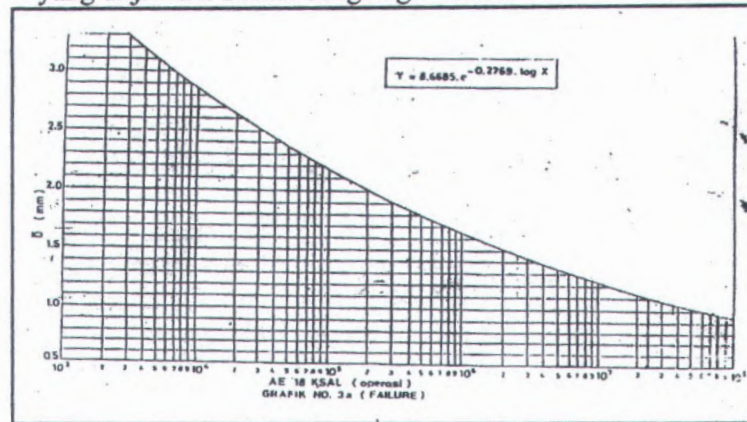
Keterangan :

ITN_{kr} = Jumlah kendaraan ringan

ITN_{kb} = Jumlah kendaraan berat

2.4.4 Lendutan Balik yang Diijinkan

Untuk mendapatkan tebal lapisan yang aman maka perencanaan harus didasarkan pada lendutan balik yang diijinkan. Lendutan balik yang diijinkan diperoleh dari hubungan grafik antara AE 18 KSAL dengan lendutan balik yang diijinkan. Sesuai dengan gambar.

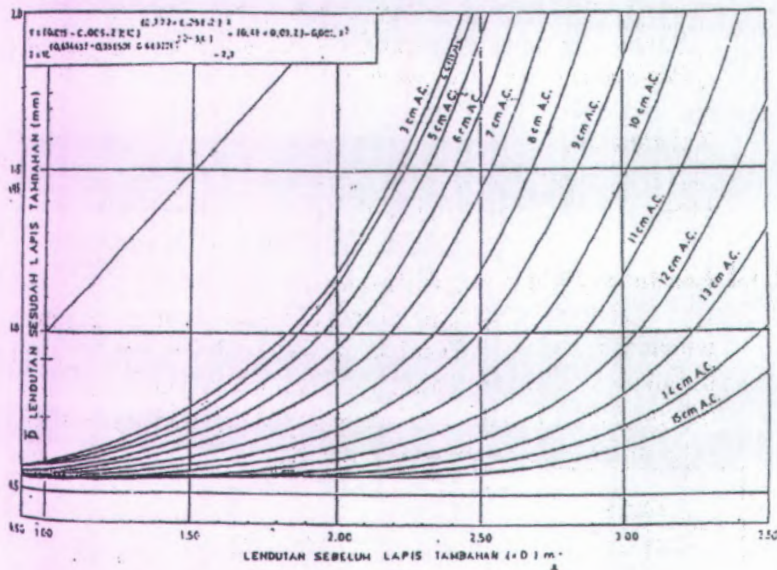


Gambar 2.5 Grafik Lendutan Balik yang Diijinkan



2.4.5 Tebal Lapisan Tambahan

Berdasarkan Lendutan balik yang ada dapat ditentukan tebal lapis tambahan yang nilai lendutan baliknya tidak boleh melebihi lendutan balik yang diijinkan. Untuk menentukan tebal lapisan tambahan digunakan grafik tebal lapisan tambahan.



2.4.6 Jenis – Jenis Kerusakan Jalur Lalu Lintas

I. RETAK

- a) Jenis kerusakan : Retak halus
 Bentuk/sifat/Tingkatan : • Lebar celah ≤ 3 mm
 • Penyebaran setempat / luas
 • Meresapkan air
 • Akan berkembang menjadi
- Penyebab : • Bahan perkerasan kurang baik

- b) Jenis kerusakan
Bentuk/sifat/Tingkatan
- Penyebab :
- c) Jenis kerusakan
Bentuk/sifat/Tingkatan
- Penyebab
- Pelapukan permukaan Air tanah
 - Tanah dasar dan atau bagian perkerasan dibawah lapisan permukaan kurang stabil
 - : Retak kulit buaya
 - : • Lebar celah ≥ 3 mm
 - Saling berangkai membentuk kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya
 - Meresapkan air
 - Akan berkembang menjadi lubang akibat pelepasan butir butiran
 - Sokong dari samping kurang baik
 - Pelapukan permukaan Air tanah
 - Tanah dasar dan atau bagian perkerasan dibawah lapisan permukaan kurang stabil
 - : Retak pinggir
 - : • Memanjang dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu meresapkan air
 - Akan berkembang menjadi besar yang diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak
 - : • Sokong dari samping kurang baik

- Bahan di bawah retak pinggir kurang baik
 • Penyusutan tanah
 • Drainase kurang baik
- d) Jenis kerusakan : Retak pertemuan perkerasa dan bahu
- Bentuk/sifat/Tingkatan : • Memanjang dan terjadi pada bahu aspal
 • Meresapkan air
 ▪ Akan berkembang menjadi besar yang diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak
- Penyebab : • Permukaan bahu lebih tinggi dari permukaan perkerasan
 • Penurunan bahu
 • Penyusutan bahan baku dan atau bahan perkerasan
 • Roda kendaraan berat yang menginjak bahu
- e) Jenis kerusakan : Retak sambungan jalan
- Bentuk/sifat/Tingkatan : • Memanjang dan terletak pada sambungan dua jalur lalu lintas
 • Meresapkan air
 • Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih lebar
- Penyebab : • Ikatan sambungan kurang baik
- f) Jenis kerusakan : Retak sambungan pelebaran
- Bentuk/sifat/Tingkatan : • Memanjang dan terletak pada sambungan antara

- perkerasan lama dengan jalan lama
- Meresapkan air
 - Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih lebar
- Penyebab :
- Ikatan sambungan kurang baik
 - Perbedaan kekuatan jalan pelebaran dengan jalan lama
- g) Jenis kerusakan : Retak refleksi
Bentuk/sifat/Tingkatan :
- Memanjang/ diagonal/ melintang/ kotak
 - Terjadi pada lapis tambahan yang menggambarkan pola retak perkerasan dibawah
 - Meresapkan air
 - Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih lebar
- Penyebab :
- Pergerakan vertical/ horizontal dibawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada tanah datar yang ekspansif
- h) Jenis kerusakan : Retak susut
Bentuk/sifat/Tingkatan :
- Saling bersambunagn membentuk kotak besar dengan sudut tajam
 - Meresapkan air
 - Diikuti dengan pelepasan butir butiran pada tepi retak sehingga timbul lubang

- Penyebab : • Perubahan volume perkerasan yang mengandung terlalu banyak aspal dengan penetrasi rendah
- i) Jenis kerusakan : Retak selip
Bentuk/sifat/Tingkatan : • Berbentuk lengkung menyerupai bulan sabit
• Meresapkan air
• Diikuti dengan pelepasan butiran pada tepi retak sehingga berkembang menjadi lubang
- Penyebab : • Lapis pengikat kurang berfungsi
• Agregat halus (pasir) terlalu banyak
• Lapis permukaan kurang padat
- II. CACAT PERMUKAAN**
- a. Jenis kerusakan : Lubang
Bentuk/sifat/Tingkatan : • Seperti mangkok
• Mengurangi kenyamanan
• Menampung/meresapkan air
• Membahayakan pengguna jalan
• Berkembang menjadi lubang yang semakin dalam
- Penyebab : • Aspal kurang (kurus)
• Butir halus terlalu banyak atau terlalu sedikit
• Agregat pengunci kurang
• Drainase kurang baik

- Lapis permukaan terlalu tipis
 - b) Jenis kerusakan : Pelepasan butiran
 - Bentuk/sifat/Tingkatan : • Luas
 - Mengurangi kenyamanan
 - Menampung/meresapkan air
 - Permukaan kasar
 - Berkembang menjadi lubang
 - Penyebab : • Pematatan kurang
 - Agregat kotor atau lunak
 - Aspal kurang
 - Pemanasan campuran terlalu tinggi
 - c) Jenis kerusakan : Pengelupasan lapisan permukaan
 - Bentuk/sifat/Tingkatan : • Merata / luas
 - Berkembang menjadi lubang
 - Penyebab : • Ikatan antara lapis permukaan dan tapi dibawahnya kurang
 - Lapis permukaan terlalu tipis
- III. PENGAUSAN**
- Jenis kerusakan : Pengausan
 - Bentuk/sifat/Tingkatan : • Permukaan licin luas
 - Membahayakan pengguna jalan
 - Penyebab : • Agregat tidak tahan aus terhadap roda kendaraan
 - Bentuk agregat bulat dan Licin

2.5 Kontrol Geometrik

Dalam perencanaan jalan raya perlu dipertimbangkan aspek kenyamanan. Untuk itu perlu dilakukan kontrol terhadap geometrik jalan yang direncanakan untuk mengetahui jenis geometrik yang pantas untuk dilaksanakan. Umumnya geometrik pada jalan raya terbagi menjadi dua yakni :

1. Alinyemen Horizontal
2. Alinyemen Vertikal

2.5.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal adalah suatu proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu, V_r . Kecepatan rencana diperlukan untuk menentukan jari-jari dari lengkung yang diterapkan pada jalan yang akan dibangun. Akan tetapi berdasarkan pertimbangan peningkatan jalan dikemudian hari sebaiknya hindari merencanakan alinyemen horisontal jalan dengan mempergunakan radius minimum yang menghasilkan lengkung tertajam. Radius minimum didapat dengan menggunakan rumus :

Dimana :

$$R_{\min} = \frac{V_r^2}{127 (e_{\max} + f)} \quad \dots\dots\dots \text{Pers.2.23}$$

Keterangan :

- R_{\min} = Jari-jari minimum (meter)
 V_r = Kecepatan rencana (km/h)
 e_{\max} = superelevasi maksimum (%)
 f = Koefisien gesek, untuk perkerasan lentur

Tabel 2.25 Harga R Min dan D maks untuk Beberapa Kecepatan Rencana

| Kecepatan Rencana | e maks (m/m') | f (maks) | R Min (perhitungan) | R Min Design (m) | D Maks Design (°) |
|-------------------|---------------|----------|---------------------|------------------|-------------------|
| 40 | 0,1 | 0,166 | 47,363 | 47 | 30,48 |
| | 0,08 | | 51,213 | 51 | 28,09 |
| 50 | 0,1 | 0,160 | 75,858 | 76 | 18,85 |
| | 0,08 | | 82,192 | 82 | 17,47 |
| 60 | 0,1 | 0,153 | 112,041 | 111 | 12,79 |
| | 0,08 | | 121,659 | 122 | 11,74 |
| 70 | 0,1 | 0,147 | 156,522 | 157 | 9,12 |
| | 0,08 | | 170,343 | 170 | 8,43 |
| 80 | 0,1 | 0,140 | 209,974 | 210 | 6,82 |
| | 0,08 | | 229,062 | 229 | 6,25 |
| 90 | 0,1 | 0,128 | 280,350 | 280 | 5,12 |
| | 0,08 | | 307,371 | 307 | 4,67 |
| 100 | 0,1 | 0,115 | 366,233 | 366 | 3,91 |
| | 0,08 | | 403,796 | 404 | 3,55 |
| 110 | 0,1 | 0,103 | 470,497 | 470 | 3,05 |
| | 0,08 | | 522,058 | 522 | 2,74 |
| 120 | 0,1 | 0,090 | 596,769 | 597 | 2,4 |
| | 0,08 | | 666,975 | 667 | 2,15 |

Sumber : Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman, hal 76

► **Bentuk-Bentuk Lengkung Horizontal**

Ada dua bentuk lengkung horizontal yaitu

- Lengkung Full Circle (FC)
- Lengkung Spiral-Circle-Spiral (S-P-S)

1. Lengkung Full Circle(FC)

Bentuk Lengkung ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangent yang relatif kecil. Rumus-rumus yang dipergunakan dalam perencanaan lengkung Full Circle.

Dimana :

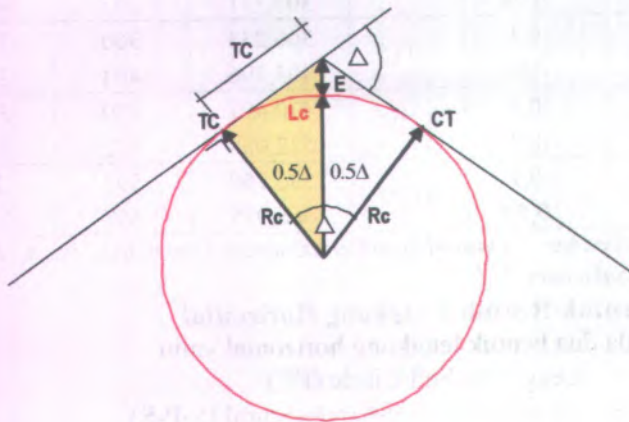
$$T_c = R_c \cdot \tan (1/2 \Delta) \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.24}$$

$$E_c = T_c \cdot \text{tg} 0.25 \Delta \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.25}$$

$$L_c = (\Delta\pi/180)R_c \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.26}$$

Keterangan :

- Δ = Sudut Tangent ($^{\circ}$)
- R_c = Jari-jari lingkaran (m)
- E_c = Jarak titik sudut dengan busur lingkaran (m)
- L_c = Panjang Bagian Lengkung (m)
- PI = Point of Intersection (Perpotongan kedua garis tangent)
- T_c = Tangent circle, titik peralihan dari lurus ke bentuk circle
- CT = Circle Tangent, titik peralihan dari bentuk circle ke lurus



Gambar 2.7 Lengkung Full Circle

2. Lengkung Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)

Pada lengkung S-C-S ini dikenal dengan lengkung peralihan (L_s). Yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R . Bentuk lengkung ini dipakai bila jari-jari lebih kecil dari batas yang ditentukan untuk bentuk Full Circle. Selain itu jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana. Rumus-rumus yang digunakan dalam perencanaan lengkung Spiral-Circle-Spiral :

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi R_c} \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.27}$$

$$\theta_c = \beta - 2\theta_s \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.28}$$

$$L_c = \frac{\theta_c}{360} \times 2\pi R_c \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.29}$$

$$L = L_c + 2L_s \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.30}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c(1 - \cos \theta_s) \quad \dots\dots \text{Pers. 2.31}$$

Diperoleh p^*

$$p = p^* \times L_s \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.32}$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40R_c} - R_c \cdot \sin \theta_s \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.33}$$

Diperoleh k^*

$$k = k^* \times L_s \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.34}$$

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.35}$$

$$T_s = (R_c + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.36}$$

Keterangan :

X_s = Jarak titik T_s dengan S_c

Y_s = Jarak tegak lurus ke titik S_c pada lengkung

L_s = Panjang lengkung peralihan (TS-SC/CS-ST)

L_c = Panjang busur lingkaran (SC-CS)

T_s = Panjang tangen titik PI ke TS

E_s = Jarak PI ke busur lingkaran

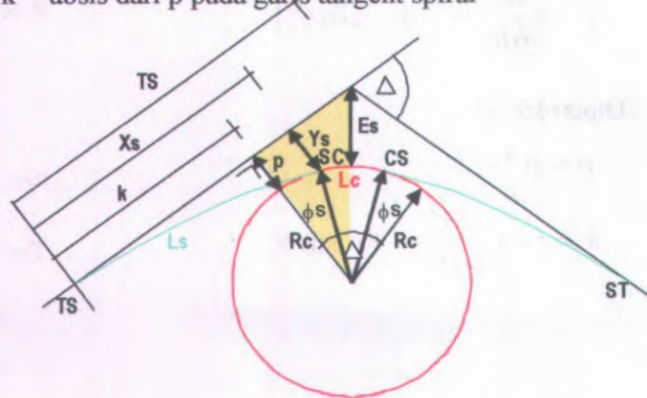
θ_s = Sudut lengkung spiral

Δ = Sudut Tangen

R_c = Jari-jari lingkaran

p = pergeseran tangen ke spiral

k = absis dari p pada garis tangen spiral



Gambar 2.8 Lengkung Spiral-Circle-Spiral

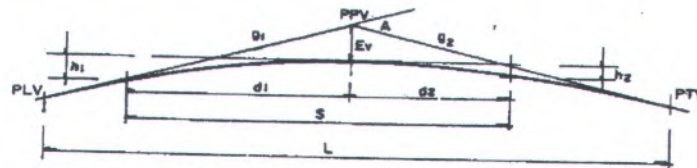
2.5.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Dalam Alinyemen vertikal kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri.

a. Lengkung Vertikal Cembung

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

1. Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$)



Gambar 2.9 Jarak Pandang pada lengkung vertikal cembung ($S < L$)

Persamaan untuk perhitungan lengkung ini sesuai dengan jarak pandang henti atau jarak pandang menyiap.

- Apabila digunakan jarak pandang henti, dimana $h_1 = 10$ cm dan $h_2 = 120$ cm, maka persamaan yang digunakan adalah :

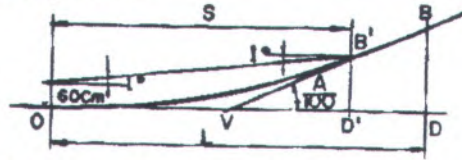
$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \quad \dots\dots\dots(\text{pers. 2.37})$$

$$L = \frac{AS^2}{399} \quad \dots\dots\dots(\text{pers. 2.38})$$

2. Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung ($S > L$)



1. Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $< L$

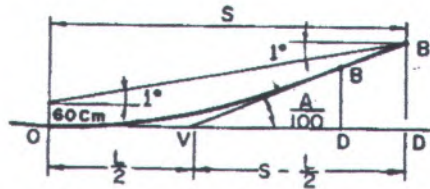


Gambar 2.12 Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Pandang Penyinaran lampu depan $< L$

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu 60 cm dan sudut penyebaran sinar sebesar 1° , maka :

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.41})$$

2. Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $> L$



Gambar 2.13 Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Pandang Penyinaran Lampu Depan $> L$

Dengan asumsi perencanaan yang sama dengan persamaan diatas, untuk hal ini maka :

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.42})$$

Tabel 2.26 Jarak Pandang Henti (J_h) minimum

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|
| V_r km/jam | 120 | 100 | 80 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 |
| J_h (m) | 250 | 175 | 120 | 75 | 55 | 40 | 27 | 16 |

Tabel 2.27 Jarak Pandang Mendahului (J_d)

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| V_r km/jam | 120 | 100 | 80 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 |
| J_d (m) | 800 | 670 | 550 | 350 | 250 | 200 | 150 | 100 |

*Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik jalan antar kota,
Hal 21 - 22*

2.6 PERENCANAAN DRAINASE

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat di tepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu catchment area. Dalam perencanaan drainase terdiri dari dua tipe, yaitu :

- Drainase permukaan
- Drainase bawah permukaan.

Adanya drainase permukaan dimaksudkan untuk menampung, mengalirkan dan membuang air hujan yang jatuh di permukaan perkerasan jalan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada. Fungsi dari drainase adalah :

1. Menjaga agar permukaan jalan selalu tampak kering terhadap air.
2. Menjaga kestabilan bahu jalan yang disebabkan oleh erosi.

Permuakaan yang baik pada perkerasan maupun drainase dibuat miring dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan jalan.

Tabel 2.28 Kemiringan melintang dan perkerasan bahu jalan

| No. | Jenis Lapisan Permukaan Jalan | Kemiringan Melintang Normal (i) |
|-----|-------------------------------|---------------------------------|
| 1. | Beraspal, beton | 2% - 3% |
| 2. | Japat dan Tanah | 4% - 6% |
| 3. | Kerikil | 3% - 6% |
| 4. | Tanah | 4% - 6% |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994, hal 5

Sedangkan kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan erosi aliran, dapat dilihat tabel 2.38.

Tabel 2.29 Hubungan kemiringan selokan samping dan jenis material

| Jenis Material | Kemiringan Selokan Samping |
|----------------|----------------------------|
| Tanah Asli | 0 - 5 |
| Kerikil | 5 - 7,5 |
| Pasanagan | 7,5 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994hal 7.

Sekema perencanaan drainase :

1. menentukan waktu kosentrasi
2. menentukan instensitas hujan.
3. menentukan koefisien pengaliran
4. menentukan debit aliran
5. menentukan dimensi saluran
 - menghitung dimensi saluran
 - menentukan penampang basah
 - menetukan jari-jari hidrolis
6. menghitung kemiringan saluran

2.6.1 Analisa Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi.

a. Curah hujan

Merupakan tinggi hujan dalam satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Dalam perencanaan drainase data curah hujan dipergunakan data curah hujan maksimum selama setahun. Jumlah data curah hujan minimal selama sepuluh (10) tahun terakhir.

b. Periode ulang hujan / Frekwensi hujan (T)

Merupakan suatu kemungkinan dimana terjadi atau terlampauinya tinggi hujan tertentu, Karakteristik hujan tertentu dapat menunjukkan periode ulang tertentu pula. Untuk perencanaan drainase tepi jalan periode hujan yang dipergunakan selama lima (5) tahun.

c. Waktu hujan (t)

Waktu hujan adalah lama terjadinya suatu periodik hujan. Lamanya curah hujan ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breen, bahwa hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari hujan selama 24 jam.

d. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah banyaknya hujan yang jatuh pada periode tertentu biasanya dalam satuan mm/jam. Intensitas dipengaruhi oleh tiga poin sebelumnya, yakni curah hujan, periode ulang hujan, dan waktu hujan. Dalam SNI untuk menghitung intensitas hujan mempergunakan analisa distribusi frekwensi dengan persamaan sebagai berikut.

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{n}} \quad \dots\dots\dots(\text{pers. 2.43})$$

$$Xt = \bar{x} + \frac{Sx}{Sn} (Yt - Yn) \quad \dots\dots\dots(\text{pers. 2.44})$$

$$I = \frac{90\% \times Xt}{4} \quad \dots\dots\dots(\text{pers. 2.45})$$

Keterangan :

- S_x = Standard deviasi
 X_t = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm/jam)
 X = Tinggi hujan maksimum
 \bar{x} = Tinggi hujan maksimum komulatif rata-rata
 Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang
 Y_n = Nilai berdasarkan jumlah data curah hujan (n)
 S_n = Standars deviasi yang merupakan fungsi n
 I = Intensitas hujan (mm/jam)

Tabel 2.30 Variasi Y_T

| Periode Ulang (Tahun) | Variasi yang berkurang |
|-----------------------|------------------------|
| 2 | 0,3665 |
| 5 | 1,4999 |
| 10 | 2,2505 |
| 25 | 3,1985 |
| 50 | 3,9019 |
| 100 | 4,6001 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan
Jalan SIN 03-3424-1994hal 16

Tabel 2.31 Nilai Y_N

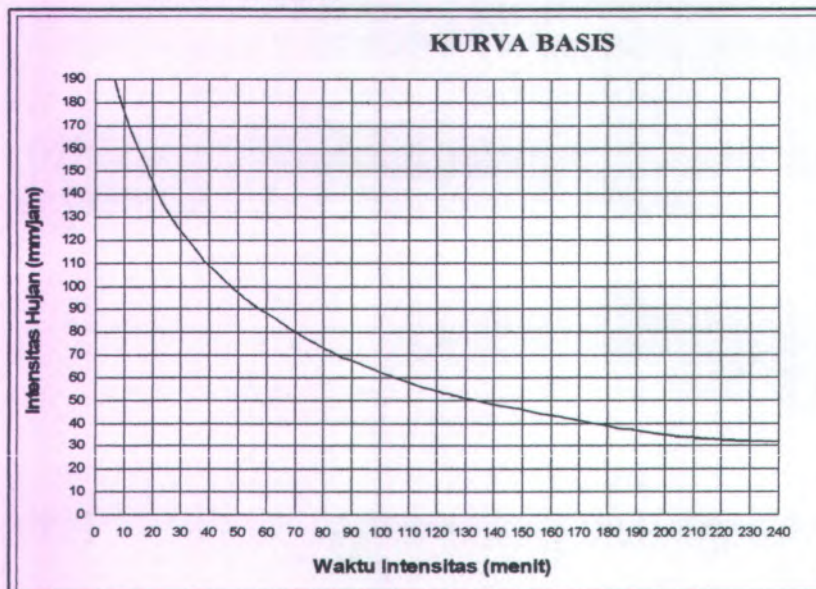
| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 | 0,4952 | 0,4996 | 0,5035 | 0,5070 | 0,5100 | 0,5126 | 0,5157 |
| 20 | 0,5225 | 0,5252 | 0,5288 | 0,5283 | 0,5255 | 0,5309 | 0,5320 |
| 30 | 0,5352 | 0,5371 | 0,5380 | 0,5388 | 0,5402 | 0,5402 | 0,5410 |
| 40 | 0,5435 | 0,5422 | 0,5448 | 0,5453 | 0,5458 | 0,5453 | 0,5468 |
| 50 | 0,5485 | 0,5485 | 0,5493 | 0,5497 | 0,5501 | 0,5504 | 0,5508 |
| 60 | 0,5521 | 0,5534 | 0,5527 | 0,5530 | 0,5533 | 0,5535 | 0,5538 |
| 70 | 0,5548 | 0,5552 | 0,5555 | 0,5555 | 0,5557 | 0,5559 | 0,5561 |
| 80 | 0,5569 | 0,5570 | 0,5572 | 0,5574 | 0,5576 | 0,5578 | 0,5580 |
| 90 | 0,5566 | 0,5589 | 0,5589 | 0,5591 | 0,5592 | 0,5593 | 0,5595 |

Tabel 2.32 Nilai S_N

| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 | 0,9496 | 0,9676 | 0,9833 | 0,9971 | 1,0095 | 1,0206 | 1,0316 |
| 20 | 0,0628 | 1,0695 | 1,0695 | 1,0811 | 1,0854 | 1,0915 | 1,0961 |
| 30 | 0,1124 | 1,1199 | 1,1199 | 1,1226 | 1,1255 | 1,1285 | 1,1313 |
| 40 | 0,1413 | 1,1435 | 1,1435 | 1,1480 | 1,1499 | 1,1519 | 1,1538 |
| 50 | 0,1607 | 1,1523 | 1,1523 | 1,1558 | 1,1557 | 1,1581 | 1,1596 |
| 60 | 0,1747 | 1,1759 | 1,1759 | 1,1782 | 1,1782 | 1,1803 | 1,1814 |
| 70 | 0,1899 | 1,1653 | 1,1653 | 1,1681 | 1,1690 | 1,1698 | 1,1906 |
| 80 | 0,1938 | 1,1945 | 1,1945 | 1,1959 | 1,1967 | 1,1973 | 1,1980 |
| 90 | 0,2007 | 1,2013 | 1,2020 | 1,2025 | 1,2032 | 1,2038 | 1,2044 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994 hal 16

Setelah memperoleh nilai I dari persamaan di atas, maka diplot pada kurva basis sehingga didapatkan kurva I rencana.



Gambar 2.14 Kurva Basis

e. Waktu konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang dibutuhkan oleh aliran air untuk dapat mencapai suatu titik tertentu pada saluran drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan saluran, kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (\text{pers. 2.46})$$

Dimana :

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \dots\dots\dots (\text{pers. 2.47})$$

$$t_2 = \frac{L}{60V} \dots\dots\dots (\text{pers. 2.48})$$

Keterangan :

- T_c = Waktu konsentrasi (menit)
- t_1 = waktu inlet (menit)
- t_2 = waktu aliran (menit)
- L_o = jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
- L = Panjang saluran (m)
- nd = Koefisien hambatan (lihat tabel)
- s = Kemiringan daerah pengaliran
- V = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)
(lihat tabel)

Tabel 2.33 Hubungan kondisi permukaan Tanah dengan koefisien hambatan

| Kondisi Lapis Permukaan | nd |
|----------------------------------|-------|
| 1. Lapisan semen dan aspal beton | 0.013 |
| 2. Permukaan licin dan kedap air | 0.020 |
| 3. Permukaan licin dan kokoh | 0.100 |

| | |
|---|-------|
| 4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar | 0.200 |
| 5. Padang rumput dan rerumputan | 0.400 |
| 6. Hutan gundul | 0.600 |
| 7. Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat | 0.800 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994 hal 17

Tabel 2.34 Kecepatan Aliran yang diizinkan berdasarkan jenis material

| Jenis Bahan | Kecepatan aliran yang diizinkan (m/s) |
|-------------------|---------------------------------------|
| Pasir halus | 0.45 |
| Lempung kepasiran | 0.50 |
| Lanau aluvial | 0.60 |
| Kerikil halus | 0.75 |
| Lempung kokoh | 0.75 |
| Lempung padat | 1.10 |
| Kerikil kasar | 1.20 |
| Batu-batu besar | 1.50 |
| Pasangan batu | 0.60 - 1.80 |
| Beton | 0.60 - 3.00 |
| Beton bertulang | 0.60 - 3.00 |

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994

f. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batsnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya :

$$L = L_1 + L_2 + L_3 \quad \dots\dots\dots \text{pers.2.49}$$

$$A = L (L_1 + L_2 + L_3) \quad \dots\dots\dots \text{pers.2.50}$$

Dimana :

- L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan
 L₁ = Ditetapkan dari as jalan bagian tepi perkerasan
 L₂ = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai bahu jalan
 L₃ = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maximum 100 meter
 A = Luas daerah pengaliran

g. Intensitas Hujan Maksimum

Untuk mendapatkan intensitas hujan maksimum maka hasil perhitungan waktu konsentarsi diplotkan pada kurva basis rencana.

h. Menentukan Koefisien Pengaliran

Aliran yang masuk ke dalam saluran drainase berasal dari suatu catchment area di sekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran dipergunakan persamaan :

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \dots\dots\dots (\text{pers. 2.51})$$

Dimana :

- C₁, C₂, C₃ = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan
 A₁, A₂, A₃ = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

Tabel 2.35 Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran

| No. | Kondisi Permukaan Tanah | Koefisien Pengaliran (C) |
|-----|--------------------------------|--------------------------|
| 1. | Jalan beton dan jalan beraspal | 0,70 – 0,95 |
| 2. | Jalan kerikil dan jalan tanah | 0,40 – 0,70 |
| 3. | Bahu jalan : | |
| | - Tanah berbutir halus | 0,40 – 0,65 |
| | - Tanah berbutir kasar | 0,10 – 0,20 |
| | - Batuan masif keras | 0,70 – 0,85 |
| | - Batuan masif lunak | 0,60 – 0,75 |
| 4. | Daerah Perkotaan | 0,70 – 0,95 |
| 5. | Daerah pinggir kota | 0,60 – 0,70 |
| 6. | Daerah Industri | 0,60 – 0,90 |
| 7. | Pemukiman Padat | 0,40 – 0,60 |
| 8. | Pemukiman tidak padat | 0,40 – 0,60 |
| 9. | Taman dan kebun | 0,20 – 0,40 |
| 10. | Persawahan | 0,45 – 0,60 |
| 11. | Perbukitan | 0,70 – 0,80 |
| 12. | Pegunungan | 0,75 – 0,90 |

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994 ha19*

Keterangan : Untuk daerah datar ambil C yang terkecil
Untuk daerah lereng ambil C yang terbesar

i. Debit Aliran

Debit aliran air adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisa hidrologi di atas, maka debit air yang melalui saluran drainase dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = \frac{1}{3.6} CIA \dots\dots\dots \text{(pers. 2.52)}$$

Dimana :

- Q = Debit air (m/detik)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (km²)

2.6.2 Perencanaan Dimensi Saluran Drainase

Saluran tepi diperhitungkan sedemikian sehingga mampu untuk :

- Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan.
- Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan penguasaan jalan

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan antara lain :

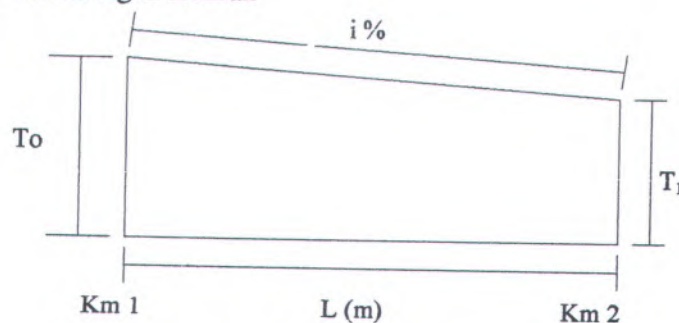
- Kondisi tanah dasar
- Kecepatan aliran
- Dalamnya kedudukan air tanah

Pada umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan. Pada keadaan dimana bagian – bagian jalan mempunyai alinyemen vertikal yang tajam ($\text{grade} \geq 5\%$) maka kecepatan aliran pada saluran tepi (dengan $\text{grade} \pm 5\%$) akan menjadi besar. Untuk menghindari tergerusnya saluran tepi oleh air, maka saluran tepi dibuat dari pasangan batu.

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan saluran tepi adalah :

- Kecepatan aliran dalam saluran tepi tidak boleh terlalu besar sebab akan menyebabkan penggerusan.
- Sebaliknya kecepatan aliran pun tidak boleh terlalu kecil sebab akan menyebabkan pengendapan pada dasar saluran tepi.

a. Kemiringan Saluran



Gambar 2.15 Kemiringan saluran

Kemiringan tanah ditempat dibuat saluran dengan ditentukannya dari hasil pengukuran di lapangan dan dihitung dengan rumus :

Rumus kemiringan lapangan :

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{pers. 2.53})$$

Rumus kemiringan secara perhitungan :

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x i^{1/2}$$

$$i = \left(\frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2 \dots\dots\dots (\text{pers. 2.54})$$

Dimana :

- i = kemiringan yang diizinkan
- t1 = tinggi tanah di bagian tertinggi (m)
- t2 = tinggi tanah di bagian terendah (m)
- V = kecepatan aliran (m/detik)
- n = Koefisien kekerasan Manning
- R = F/P = Jari-jari Hidrolik
- F = Luas penampang basah (m²)
- P = Keliling basah (m)

b. Jari -jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (\text{pers. 2.55})$$

Dimana :

- R = Jari - jari hidrolis(%)
- A = Luas penampang basah (m)
- P = Keliling basah (m)

- c. Hubungan antara debit aliran, kecepatan aliran dan luas penampang

$$Q = V \times Fd \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.56}$$

Dimana :

Q = Debit Aliran (m³/detik)

V = Kecepatan Aliran (m/dt)

Fd = Luas Penampang saluran (m)

- Luas penampang pada saluran tepi berbentuk segi empat (FD)

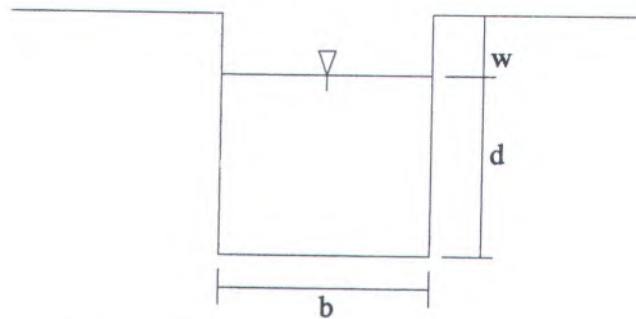
$$Fd = b \times d \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.57}$$

Dimana :

b = Lebar saluran (m)

d = kedalaman (m)

w = tinggi jagaan (m)



Gambar 2.16 luas penampang tepi bentuk segi empat

- Kecepatan Rata - Rata

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.58}$$

Dimana :

V = kecepatan rata-rata (m/dt)

R = jari - jari hidrolis (%)

i = gradien Permukaan air

n = koefisien kekasaran Manning

- Hubungan antara debit aliran, kecepatan aliran, dan luas penampang

$$Q = V \times Fd \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.45}$$

Dimana :

Q = debit aliran air (m³/dt)

V = kecepatan Aliran (m/dt)

Fd = luas penampang aliran

Tabel 2.36 Harga n Untuk Rumus Manning

| No | Tipe Saluran | Harga n | | | |
|-----------------------|---|-------------|-------|--------|-------|
| | | Baik Sekali | Baik | Sedang | Jelek |
| SALURAN BATUAN | | | | | |
| 1. | Saluran tanah, lurus teratur | 0,017 | 0,020 | 0,023 | 0,025 |
| 2. | Saluran tanah dibuat dengan excavator | 0,023 | 0,028 | 0,030 | 0,040 |
| 3. | Saluran pada dinding batuan, lurus teratur | 0,020 | 0,030 | 0,033 | 0,035 |
| 4. | Saluran pada dinding batuan tidak lurus, tidak teratur. | 0,035 | 0,040 | 0,045 | 0,045 |
| 5. | Saluran batuan diledakkan, ada tumbu-tumbuhan | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 |
| 6. | Dasar Saluran dari tanah, sisi saluran berbatu | 0,028 | 0,030 | 0,033 | 0,035 |
| 7. | Saluran lengkung, dengan kecepatan rendah | 0,020 | 0,025 | 0,028 | 0,030 |
| SALURAN ALAM | | | | | |
| 8. | Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang | 0,025 | 0,028 | 0,030 | 0,033 |
| 9. | Seperti no.8 tetapi ada timbunan atau kerikil | 0,030 | 0,033 | 0,035 | 0,040 |
| | | 0,033 | 0,035 | 0,040 | 0,045 |

| | | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|
| 10 | Melengkung, bersih, berlubang dan berding pasir | 0,040 | 0,045 | 0,050 | 0,055 |
| 11 | Seperti no.10, dangkal, tidak teratur | 0,035 | 0,040 | 0,045 | 0,050 |
| 12 | Seperti no.10, berbatu dan ada tumbuhan | 0,045 | 0,050 | 0,055 | 0,060 |
| 13 | Seperti no.11, sebagian berbatu | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 |
| 14 | Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang | 0,075 | 0,100 | 0,125 | 0,150 |
| 15 | banyak tumbuh-tumbuhan | | | | |
| SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI | | | | | |
| 16 | Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian | 0,025 | 0,030 | 0,033 | 0,035 |
| 17 | Seperti no.16, dengan penyelesaian | 0,017 | 0,020 | 0,025 | 0,030 |
| 18 | Saluran beton | 0,014 | 0,016 | 0,019 | 0,021 |
| 19 | Saluran beton halus dan rata | 0,010 | 0,011 | 0,012 | 0,013 |
| 20 | Saluran beton pracetak dengan acuan baja | 0,013 | 0,014 | 0,014 | 0,015 |
| 21 | Saluran beton pracetak dengan acuan kayu | 0,015 | 0,016 | 0,016 | 0,018 |

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan
Jalan SIN 03-3424-1994 hal26-27*

2.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran Biaya merupakan taksiran biaya yang diperlukan dalam pembangunan suatu konstruksi. Perkiraan biaya tersebut didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan masing-masing pekerjaan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (Cross section) dan profil memanjang (long section) sertya detail gambar. Data harga satuan pekerjaan dan koefisien diperoleh dai Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga.

2.7.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan jumlah pekerjaan dalam suatu satuan. Untuk menghitung volume pekerjaan dapat dihitung dengan melihat pada gambar design baik long section ataupun cross section.

2.7.2 Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil dari perhitungan bagian penunjang dari suatu pekerjaan antara lain bahan, peralatan, upah, tenaga kerja dan sebagainya yang dikalikan dengan koefisien pekerjaan.

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Metodologi suatu perencanaan adalah cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mendapatkan hasil dari pelebaran jalan, tebal perkerasan jalan, overlay dan dimensi saluran yang dibutuhkan.

Penyusunan metodologi ini bertujuan untuk :

1. Memberikan arahan dalam melaksanakan perencanaan peningkatan jalan.
2. Mendapat gambaran awal mengenai tahapan analisa secara sistematis.
3. Memudahkan dalam mengetahui hal – hal yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan .
4. Memperkecil dan menghindari terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan analisa dan perencanaan.

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan proposal ini adalah, sebagai berikut :

3.2 Persiapan

Persiapan yang tercakup dalam serangkaian kegiatan yang meliputi :

- a. Mengurus surat perizinan yang diperlukan dalam penyusunan proposal ini. (Surat pengantar dari kaprodi yang ditunjukkan kepada suatu instansi)
- b. Mencari dan mengumpulkan data – data yang diperlukan kepada instansi yang terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur dan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur.

3.3 Pengumpulan Data – Data

Dalam penyusunan tugas akhir perencanaan peningkatan, pengumpulan data – datanya sebagai berikut :

- a. Peta lokasi proyek
- b. Peta Topografi
- c. Data CBR tanah dasar
- d. Data geometrik jalan
- e. Data LHR
- f. Data Benklemen Beam
- g. Data curah hujan
- h. Gambar long section dan cross section

3.4 Survey Lokasi

Mengetahui kondisi lingkungan lokasi suatu proyek yang diperlukan untuk data perhitungan perencanaan (data primer). Dari hasil survey didapatkan data berupa gambar kondisi lokasi proyek

3.5 Analisa Peningkatan Jalan

- a. Analisa kebutuhan pelebaran jalan data – data yang perlu dianalisis :
 - Analisa data jumlah kendaraan
 - Analisa data CBR
- b. Perencanaan tebal perkeraan pelebaran jalan data – data yang perlu dianalisis :
 - LHR awal dan akhir
 - Lintasan ekuivalen tengah dan lintasan ekuivalen rencana
- c. Perencanaan tebal lapisan tambahan (overlay) dalam merencanakan tebal lapisan tambahan antara lain :
 - Perhitungan faktor umur rencana
 - Perhitungan unit ekuivalen beban sekunder
 - Perhitungan akumulatif ekuivalen beban Sekunder
 - Menghitung lendutan balik yang diijinkan
- d. Merencanakan saluran tepi

Dalam merencanakan saluran tepi yang perlu dihitung antara lain :

- Menghitung waktu konsentrasi
- Menghitung intensitas hujan
- Menghitung koefisien penggalihan
- Menghitung debit air
- Menghitung dimensi saluran

3.6 Gambar Teknik Hasil Perencanaan

Pada tahap ini gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan

3.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Pada Tahap ini berupa perhitungan biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan.

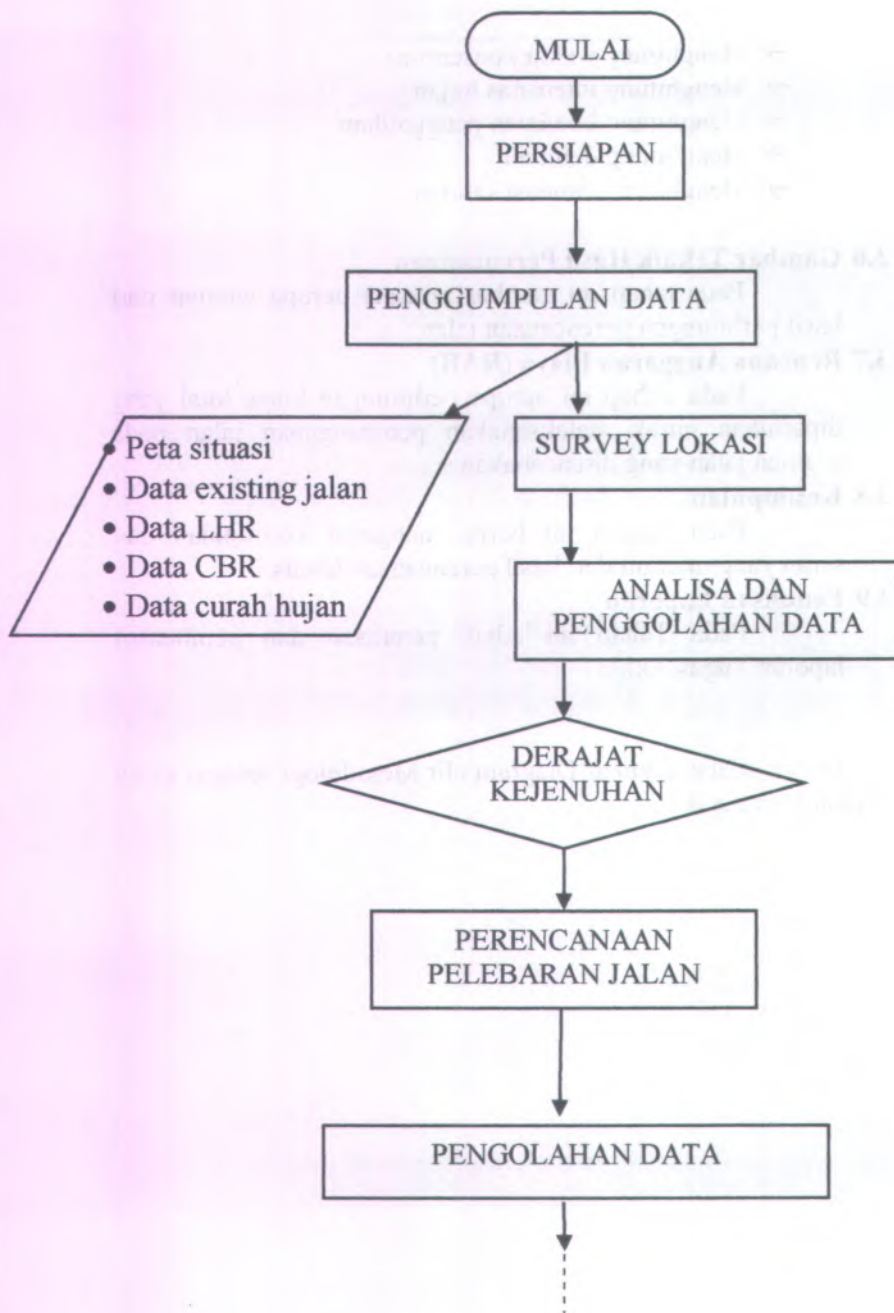
3.8 Kesimpulan

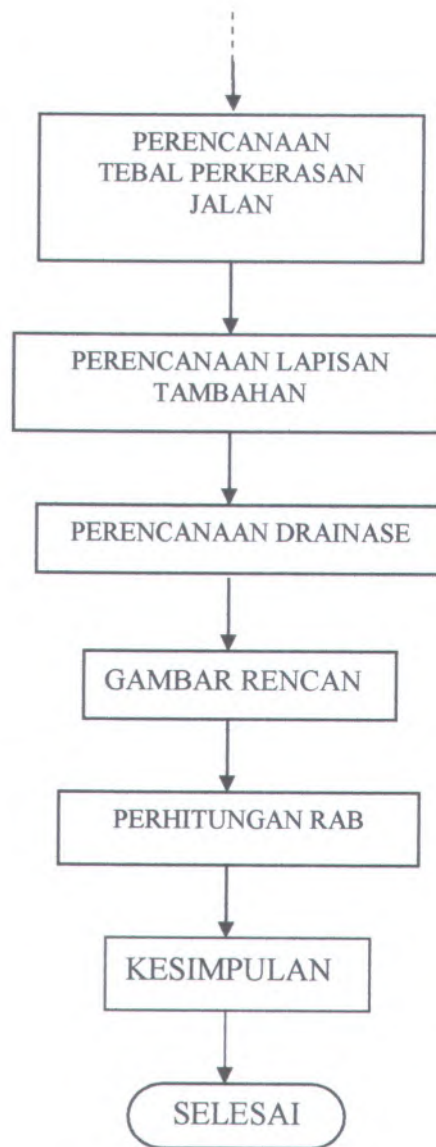
Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil perencanaan teknis.

3.9 Penulisan Laporan

Pada Tahap ini adalah penulisan dan pembuatan laporan Tugas Akhir.

Berikut ini adalah gambar Diagram alir Metodologi sebagai mana terlihat Gambar 3.1





4.2.3 Data CBR

Penyelidikan tanah pada ruas jalan Ponco – Jatirogo dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR tanah dasar yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan. Data CBR didapatkan dari DCP (Dynamic Cone Penetration) yang dilaksanakan pada lokasi yang direncanakan. Dari hasil pengetesan DCP, didapat harga CBR tanah dasar seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data CBR dengan DCP

| No | STA | CBR |
|----|---------|------|
| 1 | 151+000 | 5,93 |
| 2 | 151+200 | 5,12 |
| 3 | 151+400 | 5,67 |
| 4 | 151+600 | 4,99 |
| 5 | 151+800 | 5,07 |
| 6 | 152+000 | 5,09 |
| 7 | 152+200 | 5,22 |
| 8 | 152+400 | 4,54 |
| 9 | 152+600 | 5,87 |
| 10 | 152+800 | 7,24 |
| 11 | 153+000 | 5,09 |
| 12 | 153+200 | 5,08 |
| 13 | 153+400 | 5,65 |
| 14 | 153+600 | 6,55 |
| 15 | 153+800 | 5,15 |
| 16 | 154+000 | 4,75 |

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

4.2.4 Data Lalu Lintas

Data Lalu lintas ini diperlukan untuk memperkirakan adanya pelebaran jalan dengan disertai perkiraan adanya perkembangan lalu lintas harian rata – rata pertahun sampai umur rencana. selain itu digunakan juga untuk merencanakan

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi

Jalan Ponco – Jatirogo terletak di Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur. Dimana jalan ini terbagi dalam 2 jalur dan tanpa median.

Proyek peningkatan jalai ini memiliki panjang total 36,4 km, dimulai dari KM 122+900 – KM 159+300 tetapi proyek ini hanya diambil 3 km sesuai judul yang diambil yaitu “Perencanaan Peningkatan Jalan Ponco – Jatirogo (Link 032) KM 151+000 – KM 154+000.

4.2.2 Data Geometrik Jalan

Kondisi geometrik jalan secara umum menyangkut aspek – aspek bagian jalan seperti : lebar perkerasan, lebar bahu jalan, alinyemen vertikal dan horizontal, kebebasan samping, kemiringan melintang dan super elevasi. Tujuan utama penggunaan prinsip geometrik adalah tercapainya syarat – syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Dari pengamatan di lapangan maupun data proyek peningkatan jalan Ponco – Jatirogo, memiliki kriteria desain yang ditentukan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur, sebagai berikut :

1. Kecepatan rencana (V) = 60 km/jam
2. Lebar Perkerasan = 2 x 3.00 m
3. Lebar bahu jalan = 2.00 m
4. miring melintang permukaan = 2 %
5. Miring melintang bahu = 4 %
6. Jari-jari lengkung minimum (R) = 200 m
7. Miring Lengkung minimum (e) = 10 %
8. Landai maksimum = 8 %
9. Koefisien gesek maksimum (fm) = 0.1525

BAB IV

PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Umum

Perencanaan peningkatan jalan Ponco – Jati rogo ini mengacuh pada jalan yang sudah ada. Dimana semua data tentang kondisi jalan tersebut telah ada sebelum pelaksanaan perencanaan dimulai. Keakuratan data dan kelengkapan data dalam perencanaan sangat berpengaruh terhadap kualitas konstruksi jalan yang direncanakan. Sebelum merencanakan suatu proyek peningkatan jalan, terlebih dulu dilakukan survey kondisi jalan, survey merupakan langkah awal dari seluruh pekerjaan yang harus dilakukan. Melalui hasil survey tersebut bisa diketahui kebutuhan peningkatan jalan yang kemudian berlanjut dengan penyusunan program perencanaan dan pelaksanaan.

Untuk mendukung perencanaan yang baik, maka diberikan data – data kondisi jalan yang ada, data – data tersebut antara lain :

- a. Peta Lokasi Proyek
- b. Data Geometrik Jalan
- c. Data CBR Tanah Dasar
- d. Data Lalu Lintas (LHR)
- e. Data Hasil Pemeriksaan Benkelman Beam
- f. Data Curah Hujan
- g. Data Foto Kondisi Existing Jalan
- h. Gambar Long Section dan Cross Section

Dari semua data diatas kondisi jalan yang disajikan tersebut kemudian dapat dimulai perencanaan konstruksi jalan yang optimal.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi

Jalan Ponco – Jatirogo terletak di Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur. Dimana jalan ini terbagi dalam 2 jalur dan tanpa median.

Proyek peningkatan jalai ini memiliki panjang total 36,4 km, dimulai dari KM 122+900 – KM 159+300 tetapi proyek ini hanya diambil 3 km sesuai judul yang diambil yaitu “Perencanaan Peningkatan Jalan Ponco – Jatirogo (Link 032) KM 151+000 – KM 154+000.

4.2.2 Data Geometrik Jalan

Kondisi geometrik jalan secara umum menyangkut aspek – aspek bagian jalan seperti : lebar perkerasan, lebar bahu jalan, alinyemen vertikal dan horizontal, kebebasan samping, kemiringan melintang dan super elevasi. Tujuan utama penggunaan prinsip geometrik adalah tercapainya syarat – syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Dari pengamatan di lapangan maupun data proyek peningkatan jalan Ponco – Jatirogo, memiliki kriteri desain yang ditentukan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur, sebagai berikut :

1. Kecepatan rencana (V) = 60 km/jam
2. Lebar Perkerasan = 2 x 3.00 m
3. Lebar bahu jalan = 2.00 m
4. miring melintang permukaan = 2 %
5. Miring melintang bahu = 4 %
6. Jari-jari lengkung minimum (R) = 200 m
7. Miring Lengkung minimum (e) = 10 %
8. Landai maksimum = 8 %
9. Koefisien gesek maksimum (f_m) = 0.1525

4.2.3 Data CBR

Penyelidikan tanah pada ruas jalan Ponco – Jatirogo dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR tanah dasar yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan. Data CBR didapatkan dari DCP (Dynamic Cone Penetration) yang dilaksanakan pada lokasi yang direncanakan. Dari hasil pengetesan DCP, didapat harga CBR tanah dasar seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data CBR dengan DCP

| No | STA | CBR |
|----|---------|------|
| 1 | 151+000 | 5,93 |
| 2 | 151+200 | 5,12 |
| 3 | 151+400 | 5,67 |
| 4 | 151+600 | 4,99 |
| 5 | 151+800 | 5,07 |
| 6 | 152+000 | 5,09 |
| 7 | 152+200 | 5,22 |
| 8 | 152+400 | 4,54 |
| 9 | 152+600 | 5,87 |
| 10 | 152+800 | 7,24 |
| 11 | 153+000 | 5,09 |
| 12 | 153+200 | 5,08 |
| 13 | 153+400 | 5,65 |
| 14 | 153+600 | 6,55 |
| 15 | 153+800 | 5,15 |
| 16 | 154+000 | 4,75 |

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

4.2.4 Data Lalu Lintas

Data Lalu lintas ini diperlukan untuk memperkirakan adanya pelebaran jalan dengan disertai perkiraan adanya perkembangan lalu lintas harian rata – rata pertahun sampai umur rencana. selain itu digunakan juga untuk merencanakan

tebal lapis perkerasan pelebaran jalan. Adapun data lalu lintas pada ruas jalan Ponco – Jatirogo. Terlihat pada tabel 4.2. Ponco-Jati rogo dan Tabel 4.3 Jatirogo Ponco.

Tabel 4.2 Lalu Lintas Harian Rata – Rata (Ponco-Jatirogo)

| No | Jenis Kendaraan | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|----|--------------------------|------|------|------|------|
| 1 | Sepeda Motor | 1307 | 1349 | 1382 | 1432 |
| 2 | Sedan dan Jeep | 179 | 209 | 330 | 414 |
| 3 | Mobil Penumpang | 128 | 196 | 300 | 418 |
| 4 | Micro Truck | 107 | 162 | 231 | 323 |
| 5 | Bus Kecil | 29 | 34 | 35 | 49 |
| 6 | Bus Besar | 2 | 4 | - | 11 |
| 7 | Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | 163 | 222 | 273 | 319 |
| 8 | Truck 2 as | 4 | 11 | 25 | 32 |
| 9 | Truck 3 as | 2 | 3 | 3 | 5 |

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

Tabel 4.3 Lalu Lintas Harian Rata – Rata (Jatirogo-Ponco)

| No | Jenis Kendaraan | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|----|--------------------------|------|------|------|------|
| 1 | Sepeda Motor | 1289 | 1341 | 1357 | 1379 |
| 2 | Sedan dan Jeep | 134 | 195 | 211 | 226 |
| 3 | Mobil Penumpang | 141 | 196 | 198 | 213 |
| 4 | Micro Truck | 109 | 151 | 168 | 213 |
| 5 | Bus Kecil | 39 | 41 | 45 | 51 |
| 6 | Bus Besar | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 7 | Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | 147 | 202 | 213 | 226 |
| 8 | Truck 2 as | 7 | 11 | 23 | 31 |
| 9 | Truck 3 as | 1 | 2 | 5 | 5 |

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

4.2.5 Data Hasil Pemeriksaan Benkelman Beam

Salah satu survey kelayakan struktur konstruksi perkerasan yaitu pemeriksaan dengan menggunakan alat Benkelman Beam yaitu dengan cara meletakkan alat tersebut dipermukaan jalan, sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada konstruksi jalan yang ada.

Cara menentukan lendutan balik yaitu dengan batang Benkelman Beam yang dapat dilakukan empat kali pembacaan tersebut adalah :

1. Pembacaan awal (d_1) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada tepat tumit batang
2. Pembacaan kedua (d_2) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak X_{12} dari titik awal (30-40) cm.
3. Pembacaan kedua (d_3) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak dari tumit batang sampai kaki depan.
4. Pembacaan kedua (d_4) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak enam meter dari titik awal.

Untuk mendapat lendutan balik dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$d = 2(d_3 - d_1)Ft C \dots\dots\dots \text{Pers.4.1}$$

Dimana : d_1 = bacaan awal

d_3 = bacaan akhir

Ft = faktor penyesuaian temperatur lapis Permukaan.

C = faktor perngaruh air tanah

Dari hasil pemeriksaan dengan menggunakan alat tersebut maka didapat lendutan balik seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Lendutan Balik

| No | STA | d |
|----|---------|------|
| 1 | 151+000 | 1,28 |
| 2 | 200 | 1,13 |
| 3 | 400 | 1,17 |
| 4 | 600 | 1,32 |
| 5 | 800 | 1,11 |
| 6 | 152+000 | 1,21 |
| 7 | 200 | 1,44 |
| 8 | 400 | 1,22 |
| 9 | 600 | 1,24 |
| 10 | 800 | 1,24 |
| 11 | 153+000 | 1,11 |
| 12 | 200 | 1,08 |
| 13 | 400 | 1,24 |
| 14 | 600 | 1,41 |
| 15 | 800 | 1,28 |
| 16 | 154+000 | 0,90 |

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

4.2.6 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur untuk stasiun curah hujan terdekat dengan lokasi sistem drainase. Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata – rata terbesar per tahun selama 10 tahun terakhir sebagai mana terlihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Curah Hujan

| Tahun | Data harian Curah Hujan Maksimum |
|-------|----------------------------------|
| 1996 | 89 |
| 1997 | 76 |
| 1998 | 78 |
| 1999 | 68 |
| 2000 | 57 |
| 2001 | 113 |
| 2002 | 93 |
| 2003 | 90 |
| 2004 | 73 |
| 2005 | 78 |

4.2.7 Foto Kondisi Existing Jalan

Kondisi struktur perkerasan yang ada saat ini adalah permukaan aspal retak – retak dan berlubang meskipun kecil, sebagian jalan mengalami pengausan atau kasar. Dari kondisi tersebut bawah kerusakan yang ada pada jalan lama tidak terlalu parah dan hanya membutuhkan peningkatan atau pelebaran. Kondisi jalan ini sebagai mana terlihat pada gambar 1.2 sampai dengan gambar 1.7

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Data Lalu Lintas

Data Jumlah Kendaraan bermotor dari tahun 2004 sampai tahun 2007 digunakan untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas untuk masing – masing jenis kendaraan. Dalam mencari pertumbuhan lalu lintas , dipergunakan rumus yang terdapat pada hasil regresi pertumbuhan lalu lintas yang terdapat dalam program minitab. Kemudian kami olah lagi kedalam program Ms. Excel untuk mencari pertumbuhan lalu lintas (i) rata – rata.

Berikut langkah – langkah yang dipergunakan untuk mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan :

- a. Mencari grafik dan persamaan regresi dari data masing-masing jumlah kendaraan bermotor dalam program minitab.
- b. Cek grafik regresi dengan cara menghitung persamaan regresi tersebut.
- c. Dari persamaan regresi tersebut dipindah dalam program Ms. Excel untuk mencari prediksi pertumbuhan tiap kendaraan ditiap-tiap tahun untuk umur rencana 10 tahun mendatang.
- d. Dari hasil perhitungan persamaan regresi dapat diperoleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dengan rumus :

$$X_1 = \frac{y_1 - y_0}{y_0} \longrightarrow X_5 = \frac{y_5 - y_4}{y_4}$$

- e. Dengan jumlah hasil perhitungan persamaan pertumbuhan lalu lintas pada tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dapat kita peroleh pertumbuhan lalu lintas (i) dengan rumus :

$$i = \frac{\sum x}{n}$$

- f. Kemudian hasil dari rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) dijadikan persen (%)

A. Analisa Lalu Lintas Ponco - Jatirogo

Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata ruas jalan **Ponco – Jatirogo** seperti terlihat pada Tabel 4.2, maka dapat dihitung pertumbuhan lalu lintas dari masing-masing jenis kendaraan.

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan sepeda motor tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 1307 |
| 2 | 2005 | 1349 |
| 3 | 2006 | 1382 |
| 4 | 2007 | 1432 |

Regression Analysis: Sepeda Motor

The regression equation is

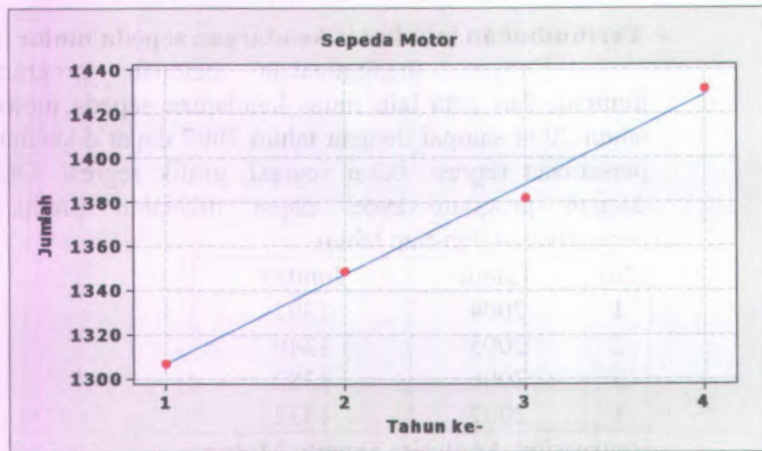
$$\text{Jumlah} = 1265 + 40,8 \text{ Tahun ke-}$$

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|---------|---------|--------|-------|
| Constant | 1265,50 | 6,11 | 207,07 | 0,000 |
| Tahun ke- | 40,800 | 2,232 | 18,28 | 0,003 |

$$S = 4,98999 \quad R\text{-Sq} = 99,4\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 99,1\%$$

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|--------|-------|
| Regression | 1 | 8323,2 | 8323,2 | 334,27 | 0,003 |
| Residual Error | 2 | 49,8 | 24,9 | | |
| Total | 3 | 8373,0 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|------|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 1307 | 0,994 | 1306,3 | 0,0000 | 0,0256 | 3% |
| 2 | 2005 | 1349 | | 1347,1 | 0,0312 | | |
| 3 | 2006 | 1382 | | 1387,9 | 0,0303 | | |
| 4 | 2007 | 1432 | | 1428,7 | 0,0294 | | |
| 5 | 2008 | | | 1469,5 | 0,0286 | | |
| 6 | 2009 | | | 1510,3 | 0,0278 | | |
| 7 | 2010 | | | 1551,1 | 0,0270 | | |
| 8 | 2011 | | | 1591,9 | 0,0263 | | |
| 9 | 2012 | | | 1632,7 | 0,0256 | | |
| 10 | 2013 | | | 1673,5 | 0,0250 | | |
| 11 | 2014 | | | 1714,3 | 0,0244 | | |
| 12 | 2015 | | | 1755,1 | 0,0238 | | |
| 13 | 2016 | | | 1795,9 | 0,0232 | | |
| 14 | 2017 | | | 1836,7 | 0,0227 | | |
| 15 | 2018 | | | 1877,5 | 0,0222 | | |
| 16 | 2019 | | | 1918,3 | 0,0217 | | |
| 17 | 2020 | | | 1959,1 | 0,0213 | | |
| | Σ | | | | 0,4105 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan dan Jeep**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan sedan dan jeep tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 179 |
| 2 | 2005 | 209 |
| 3 | 2006 | 330 |
| 4 | 2007 | 414 |

Regression Analysis: sedan dan jeep

The regression equation is

Jumlah = 76,5 + 82,6 tahun ke-

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|-------|---------|------|-------|
| Constant | 76,50 | 34,08 | 2,25 | 0,154 |
| tahun ke | 82,60 | 12,44 | 6,64 | 0,022 |

S = 27,8227 R-Sq = 95,7% R-Sq(adj) = 93,5%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|-------|-------|-------|-------|
| Regression | 1 | 34114 | 34114 | 44,07 | 0,022 |
| Residual Error | 2 | 1548 | 774 | | |
| Total | 3 | 35662 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|-----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 179 | 0,957 | 159,1 | 0,0000 | 0,15525 | 16% |
| 2 | 2005 | 209 | | 241,7 | 0,5192 | | |
| 3 | 2006 | 330 | | 324,3 | 0,3417 | | |
| 4 | 2007 | 414 | | 406,9 | 0,2547 | | |
| 5 | 2008 | | | 489,5 | 0,2030 | | |
| 6 | 2009 | | | 572,1 | 0,1687 | | |
| 7 | 2010 | | | 654,7 | 0,1444 | | |
| 8 | 2011 | | | 737,3 | 0,1262 | | |
| 9 | 2012 | | | 819,9 | 0,1120 | | |
| 10 | 2013 | | | 902,5 | 0,1007 | | |
| 11 | 2014 | | | 985,1 | 0,0915 | | |
| 12 | 2015 | | | 1067,7 | 0,0838 | | |
| 13 | 2016 | | | 1150,3 | 0,0774 | | |
| 14 | 2017 | | | 1232,9 | 0,0718 | | |
| 15 | 2018 | | | 1315,5 | 0,0670 | | |
| 16 | 2019 | | | 1398,1 | 0,0628 | | |
| 17 | 2020 | | | 1480,7 | 0,0591 | | |
| | Σ | | | | 2,4841 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan mobil penumpang**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan mobil penumpang tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 128 |
| 2 | 2005 | 196 |
| 3 | 2006 | 300 |
| 4 | 2007 | 418 |

Regression Analysis: Mobil Penumpang

The regression equation is

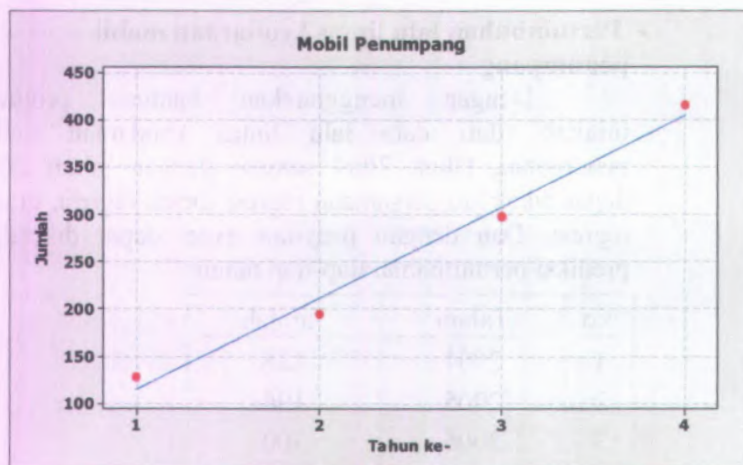
Jumlah = 17,0 + 97,4 Tahun ke-

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|-------|-------|
| Constant | 17,00 | 22,07 | 0,77 | 0,422 |
| Tahun ke- | 97,400 | 8,057 | 12,09 | 0,007 |

S = 18,0167 R-Sq = 98,6% R-Sq(adj) = 98,0%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|-------|-------|--------|-------|
| Regression | 1 | 47434 | 47434 | 146,13 | 0,007 |
| Residual Error | 2 | 649 | 325 | | |
| Total | 3 | 48083 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|-----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 128 | 0,986 | 114,4 | 0,0000 | 0,19598 | 20% |
| 2 | 2005 | 196 | | 211,8 | 0,8514 | | |
| 3 | 2006 | 300 | | 309,2 | 0,4599 | | |
| 4 | 2007 | 418 | | 406,6 | 0,3150 | | |
| 5 | 2008 | | | 504,0 | 0,2395 | | |
| 6 | 2009 | | | 601,4 | 0,1933 | | |
| 7 | 2010 | | | 698,8 | 0,1620 | | |
| 8 | 2011 | | | 796,2 | 0,1394 | | |
| 9 | 2012 | | | 893,6 | 0,1223 | | |
| 10 | 2013 | | | 991,0 | 0,1090 | | |
| 11 | 2014 | | | 1088,4 | 0,0983 | | |
| 12 | 2015 | | | 1185,8 | 0,0895 | | |
| 13 | 2016 | | | 1283,2 | 0,0821 | | |
| 14 | 2017 | | | 1380,6 | 0,0759 | | |
| 15 | 2018 | | | 1478,0 | 0,0705 | | |
| 16 | 2019 | | | 1575,4 | 0,0659 | | |
| 17 | 2020 | | | 1672,8 | 0,0618 | | |
| | Σ | | | | 3,1358 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan micro truck**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan micro truck tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 107 |
| 2 | 2005 | 162 |
| 3 | 2006 | 231 |
| 4 | 2007 | 323 |

Regression Analysis: Micro Truck

The regression equation is

$$\text{Jumlah} = 26,5 + 71,7 \text{ Tahun ke-}$$

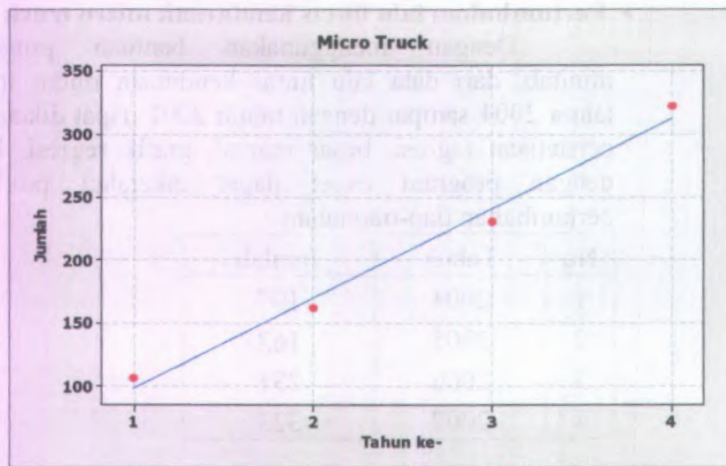
| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|-------|-------|
| Constant | 26,50 | 16,12 | 1,64 | 0,242 |
| Tahun ke- | 71,700 | 5,885 | 12,18 | 0,007 |

$$S = 13,1586 \quad R\text{-Sq} = 98,7\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 98,0\%$$

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|-------|-------|--------|-------|
| Regression | 1 | 25704 | 25704 | 148,45 | 0,007 |
| Residual Error | 2 | 346 | 173 | | |
| Total | 3 | 26051 | | | |





| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|-----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 107 | 0,986 | 98,2 | 0,0000 | 0,18241 | 18% |
| 2 | 2005 | 162 | | 169,9 | 0,7301 | | |
| 3 | 2006 | 231 | | 241,6 | 0,4220 | | |
| 4 | 2007 | 323 | | 313,3 | 0,2968 | | |
| 5 | 2008 | | | 385,0 | 0,2289 | | |
| 6 | 2009 | | | 456,7 | 0,1862 | | |
| 7 | 2010 | | | 528,4 | 0,1570 | | |
| 8 | 2011 | | | 600,1 | 0,1357 | | |
| 9 | 2012 | | | 671,8 | 0,1195 | | |
| 10 | 2013 | | | 743,5 | 0,1067 | | |
| 11 | 2014 | | | 815,2 | 0,0964 | | |
| 12 | 2015 | | | 886,9 | 0,0880 | | |
| 13 | 2016 | | | 958,6 | 0,0808 | | |
| 14 | 2017 | | | 1030,3 | 0,0748 | | |
| 15 | 2018 | | | 1102,0 | 0,0696 | | |
| 16 | 2019 | | | 1173,7 | 0,0651 | | |
| 17 | 2020 | | | 1245,4 | 0,0611 | | |
| | Σ | | | | 2,9187 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan bus kecil tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 29 |
| 2 | 2005 | 34 |
| 3 | 2006 | 35 |
| 4 | 2007 | 49 |

Regression Analysis: Bus Kecil

The regression equation is

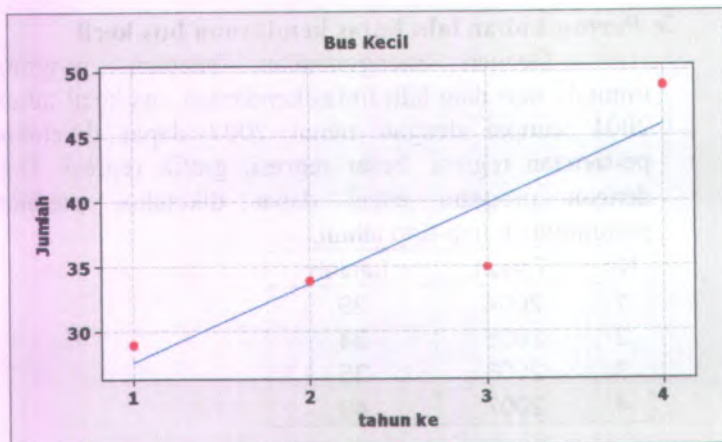
Jumlah = 21,5 + 6,10 tahun ke-

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 21,500 | 5,101 | 4,21 | 0,052 |
| tahun ke | 6,100 | 1,863 | 3,27 | 0,082 |

S = 4,16533 R-Sq = 84,3% R-Sq(adj) = 76,4%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 186,05 | 186,05 | 10,72 | 0,082 |
| Residual Error | 2 | 34,70 | 17,35 | | |
| Total | 3 | 220,75 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|-------------|----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 29 | 0,843 | 27,60 | 0,0000 | 0,1001 | 10% |
| 2 | 2005 | 34 | | 33,70 | 0,2210 | | |
| 3 | 2006 | 35 | | 39,80 | 0,1810 | | |
| 4 | 2007 | 49 | | 45,90 | 0,1533 | | |
| 5 | 2008 | | | 52,00 | 0,1329 | | |
| 6 | 2009 | | | 58,10 | 0,1173 | | |
| 7 | 2010 | | | 64,20 | 0,1050 | | |
| 8 | 2011 | | | 70,30 | 0,0950 | | |
| 9 | 2012 | | | 76,40 | 0,0868 | | |
| 10 | 2013 | | | 82,50 | 0,0798 | | |
| 11 | 2014 | | | 88,60 | 0,0739 | | |
| 12 | 2015 | | | 94,70 | 0,0688 | | |
| 13 | 2016 | | | 100,80 | 0,0644 | | |
| 14 | 2017 | | | 106,90 | 0,0605 | | |
| 15 | 2018 | | | 113,00 | 0,0571 | | |
| 16 | 2019 | | | 119,10 | 0,0540 | | |
| 17 | 2020 | | | 125,20 | 0,0512 | | |
| | Σ | | | | 1,6021 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan bus besar tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 2 |
| 2 | 2005 | 4 |
| 3 | 2006 | * |
| 4 | 2007 | 11 |

Regression Analysis: Bus Besar

The regression equation is

Jumlah = - 1,50 + 3,07 Tahun ke-

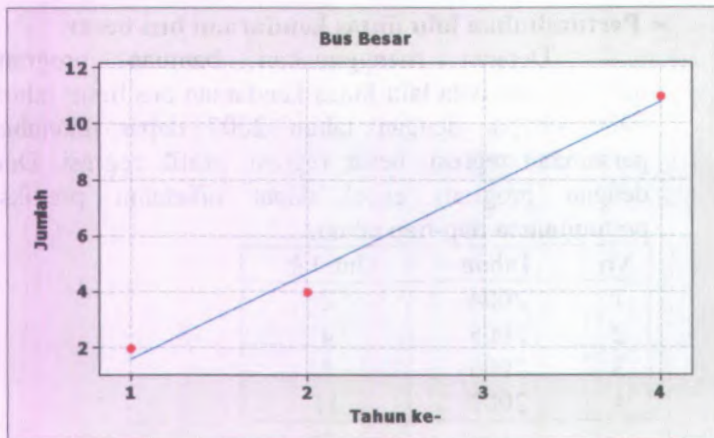
3 cases used, 1 cases contain missing values

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|---------|---------|-------|-------|
| Constant | -1,5000 | 0,9820 | -1,53 | 0,369 |
| Tahun ke- | 3,0714 | 0,3712 | 8,28 | 0,077 |

S = 0,801784 R-Sq = 98,6% R-Sq(adj) = 97,1%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 44,024 | 44,024 | 68,48 | 0,077 |
| Residual Error | 2 | 0,643 | 0,643 | | |
| Total | 3 | 44,667 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 2 | 0,986 | 1,57 | 0,0000 | 0,29254 | 29% |
| 2 | 2005 | 4 | | 4,64 | 1,9546 | | |
| 3 | 2006 | | | 7,71 | 0,6615 | | |
| 4 | 2007 | 11 | | 10,79 | 0,3981 | | |
| 5 | 2008 | | | 13,86 | 0,2848 | | |
| 6 | 2009 | | | 16,93 | 0,2216 | | |
| 7 | 2010 | | | 20,00 | 0,1814 | | |
| 8 | 2011 | | | 23,07 | 0,1536 | | |
| 9 | 2012 | | | 26,14 | 0,1331 | | |
| 10 | 2013 | | | 29,21 | 0,1175 | | |
| 11 | 2014 | | | 32,29 | 0,1051 | | |
| 12 | 2015 | | | 35,36 | 0,0951 | | |
| 13 | 2016 | | | 38,43 | 0,0869 | | |
| 14 | 2017 | | | 41,50 | 0,0799 | | |
| 15 | 2018 | | | 44,57 | 0,0740 | | |
| 16 | 2019 | | | 47,64 | 0,0689 | | |
| 17 | 2020 | | | 50,71 | 0,0645 | | |
| | Σ | | | | 4,6807 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2 as 3/4**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan truck 2as 3/4 tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 163 |
| 2 | 2005 | 222 |
| 3 | 2006 | 273 |
| 4 | 2007 | 319 |

Regression Analysis: TRUCK 2 as ¾

The regression equation is

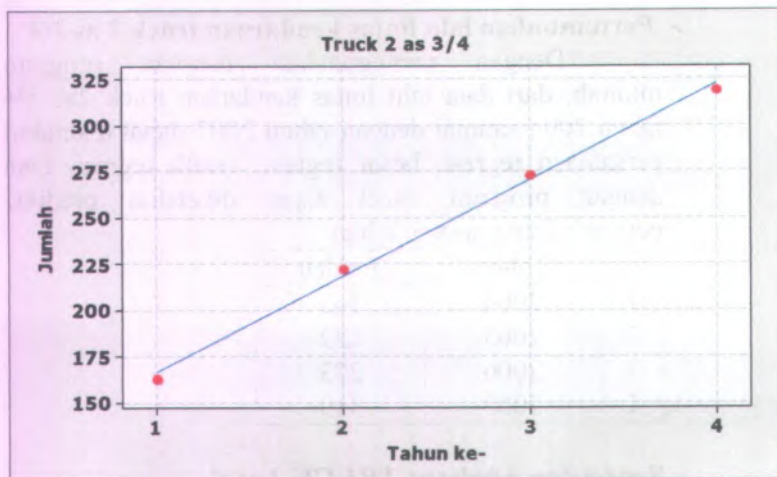
$$\text{Jumlah} = 115 + 51,9 \text{ Tahun ke-}$$

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|---------|---------|-------|-------|
| Constant | 114,500 | 5,659 | 20,23 | 0,002 |
| Tahun ke- | 51,900 | 2,066 | 25,12 | 0,002 |

$$S = 4,62061 \quad R\text{-Sq} = 99,7\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 99,5\%$$

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|-------|-------|--------|-------|
| Regression | 1 | 13468 | 13468 | 630,82 | 0,002 |
| Residual Error | 2 | 43 | 21 | | |
| Total | 3 | 13511 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|-------------|-----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 163 | 0,997 | 166,40 | 0,0000 | 0,12049 | 12% |
| 2 | 2005 | 222 | | 218,30 | 0,3119 | | |
| 3 | 2006 | 273 | | 270,20 | 0,2377 | | |
| 4 | 2007 | 319 | | 322,10 | 0,1921 | | |
| 5 | 2008 | | | 374,00 | 0,1611 | | |
| 6 | 2009 | | | 425,90 | 0,1388 | | |
| 7 | 2010 | | | 477,80 | 0,1219 | | |
| 8 | 2011 | | | 529,70 | 0,1086 | | |
| 9 | 2012 | | | 581,60 | 0,0980 | | |
| 10 | 2013 | | | 633,50 | 0,0892 | | |
| 11 | 2014 | | | 685,40 | 0,0819 | | |
| 12 | 2015 | | | 737,30 | 0,0757 | | |
| 13 | 2016 | | | 789,20 | 0,0704 | | |
| 14 | 2017 | | | 841,10 | 0,0658 | | |
| 15 | 2018 | | | 893,00 | 0,0617 | | |
| 16 | 2019 | | | 944,90 | 0,0581 | | |
| 17 | 2020 | | | 996,80 | 0,0549 | | |
| | Σ | | | | 1,9279 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2 as**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan truck 2 as tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 4 |
| 2 | 2005 | 11 |
| 3 | 2006 | 25 |
| 4 | 2007 | 32 |

Regression Analysis: Truck 2 as

The regression equation is

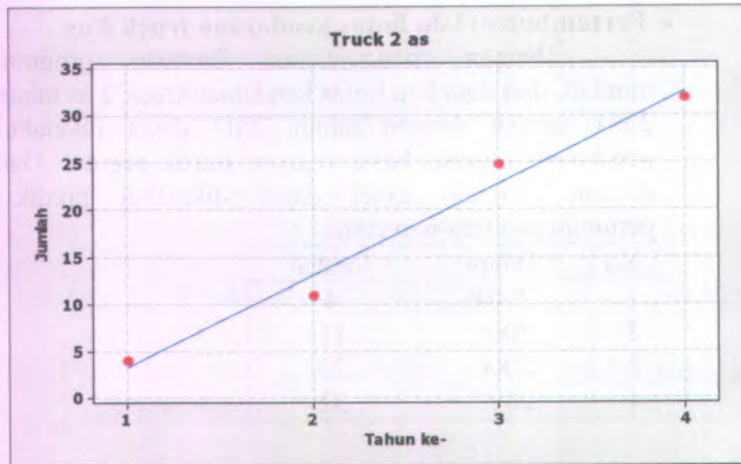
Jumlah = - 6,50 + 9,80 Tahun ke-

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|-------|-------|
| Constant | -6,500 | 2,711 | -2,40 | 0,139 |
| Tahun ke- | 9,8000 | 0,9899 | 9,90 | 0,010 |

S = 2,21359 R-Sq = 98,0% R-Sq(adj) = 97,0%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 480,20 | 480,20 | 98,00 | 0,010 |
| Residual Error | 2 | 9,80 | 4,90 | | |
| Total | 3 | 490,00 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|-------------|----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 4 | 0,98 | 3,30 | 0,0000 | 0,3662 | 37% |
| 2 | 2005 | 11 | | 13,10 | 2,9697 | | |
| 3 | 2006 | 25 | | 22,90 | 0,7481 | | |
| 4 | 2007 | 32 | | 32,70 | 0,4279 | | |
| 5 | 2008 | | | 42,50 | 0,2997 | | |
| 6 | 2009 | | | 52,30 | 0,2306 | | |
| 7 | 2010 | | | 62,10 | 0,1874 | | |
| 8 | 2011 | | | 71,90 | 0,1578 | | |
| 9 | 2012 | | | 81,70 | 0,1363 | | |
| 10 | 2013 | | | 91,50 | 0,1200 | | |
| 11 | 2014 | | | 101,30 | 0,1071 | | |
| 12 | 2015 | | | 111,10 | 0,0967 | | |
| 13 | 2016 | | | 120,90 | 0,0882 | | |
| 14 | 2017 | | | 130,70 | 0,0811 | | |
| 15 | 2018 | | | 140,50 | 0,0750 | | |
| 16 | 2019 | | | 150,30 | 0,0698 | | |
| 17 | 2020 | | | 160,10 | 0,0652 | | |
| | Σ | | | | 5,8605 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 3 as**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan truck 3 as tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 2 |
| 2 | 2005 | 3 |
| 3 | 2006 | 3 |
| 4 | 2007 | 4 |

Regression Analysis: Truck 3 as

The regression equation is

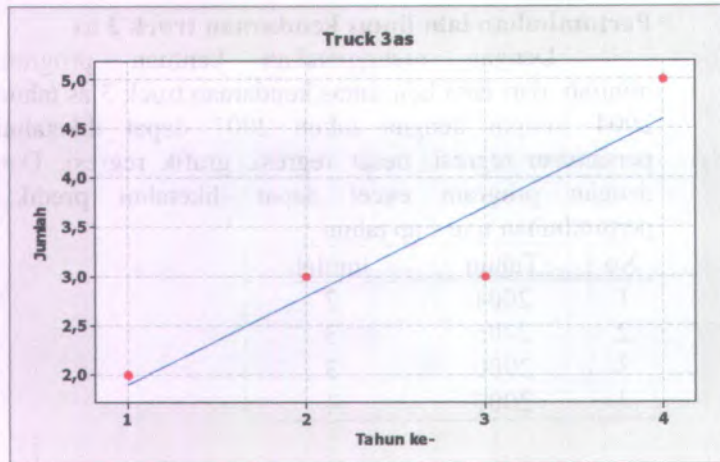
Jumlah = 1,00 + 0,900 Tahun ke-

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 1,0000 | 0,7246 | 1,38 | 0,302 |
| Tahun ke- | 0,9000 | 0,2646 | 3,40 | 0,077 |

S = 0,591608 R-Sq = 85,3% R-Sq(adj) = 77,9%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 4,0500 | 4,0500 | 11,57 | 0,077 |
| Residual Error | 2 | 0,7000 | 0,3500 | | |
| Total | 3 | 4,7500 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|---|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 2 | 0,853 | 1,90 | 0,0000 | 0,1485 | 15% |
| 2 | 2005 | 3 | | 2,80 | 0,4737 | | |
| 3 | 2006 | 3 | | 3,70 | 0,3214 | | |
| 4 | 2007 | 5 | | 4,60 | 0,2432 | | |
| 5 | 2008 | | | 5,50 | 0,1957 | | |
| 6 | 2009 | | | 6,40 | 0,1636 | | |
| 7 | 2010 | | | 7,30 | 0,1406 | | |
| 8 | 2011 | | | 8,20 | 0,1233 | | |
| 9 | 2012 | | | 9,10 | 0,1098 | | |
| 10 | 2013 | | | 10,00 | 0,0989 | | |
| 11 | 2014 | | | 10,90 | 0,0900 | | |
| 12 | 2015 | | | 11,80 | 0,0826 | | |
| 13 | 2016 | | | 12,70 | 0,0763 | | |
| 14 | 2017 | | | 13,60 | 0,0709 | | |
| 15 | 2018 | | | 14,50 | 0,0662 | | |
| 16 | 2019 | | | 15,40 | 0,0621 | | |
| 17 | 2020 | | | 16,30 | 0,0584 | | |
| | Σ | | | | 2,3766 | | |

Tabel 4.6
Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas
Tahun 2010 – 2020 (Ponco-Jatirogo)

| | | | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Jenis Kendaraan | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Sepeda Motor | 1551 | 1592 | 1633 | 1673 | 1714 | 1755 |
| Sedan dan Jeep | 655 | 738 | 820 | 903 | 985 | 1068 |
| Mobil penumpang | 699 | 796 | 894 | 991 | 1088 | 1186 |
| Micro Truck | 528 | 600 | 672 | 744 | 815 | 887 |
| Bus Kecil | 64 | 70 | 76 | 82 | 88 | 95 |
| Bus Besar | 20 | 23 | 26 | 29 | 32 | 35 |
| Truck 2 as 3/4 | 478 | 530 | 582 | 634 | 686 | 738 |
| Truck 2 as | 62 | 72 | 82 | 92 | 101 | 111 |
| Truck 3 as | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Jumlah | 4064 | 4429 | 4794 | 5158 | 5520 | 5887 |
| | | | | | | |
| Jenis Kendaraan | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| Sepeda Motor | 1796 | 1837 | 1877 | 1981 | 1959 | |
| Sedan dan Jeep | 1151 | 1233 | 1316 | 1398 | 1481 | |
| Mobil penumpang | 1283 | 1381 | 1478 | 1575 | 1673 | |
| Micro Truck | 959 | 1030 | 1102 | 1174 | 1245 | |
| Bus Kecil | 101 | 107 | 113 | 119 | 125 | |
| Bus Besar | 38 | 41 | 44 | 48 | 51 | |
| Truck 2 as 3/4 | 789 | 841 | 893 | 945 | 997 | |
| Truck 2 as | 121 | 131 | 141 | 150 | 160 | |
| Truck 3 as | 13 | 14 | 15 | 15 | 16 | |
| Jumlah | 6251 | 6615 | 6979 | 7342 | 7707 | |

▪ **Analisa Kapasitas Ponco – Jatirogo**

➤ **Sebelum di lebarkan**

a. Menentukan kapasitas dasar (Co)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga tipe jalan tersebut, untuk jalan Ponco-Jatirogo Sta 151+000 – 154+000. Untuk Alinyemen vertikal :

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{PanjangJalan}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= (\text{H KM } 151+000) - (\text{H KM } 151+500) \\ &= 71,950 - 57,688 = 14,262 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= (\text{H KM } 151+500) - (\text{H KM } 152+000) \\ &= 57,688 - 57,929 = -0,241 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_3 &= (\text{H KM } 152+000) - (\text{H KM } 152+500) \\ &= 57,929 - 65,150 = -7,221 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_4 &= (\text{H KM } 152+500) - (\text{H KM } 153+000) \\ &= 65,150 - 60,237 = 4,913 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_5 &= (\text{H KM } 153+000) - (\text{H KM } 153+500) \\ &= 60,273 - 56,916 = 3,357 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_6 &= (\text{H KM } 153+500) - (\text{H KM } 154+000) \\ &= 56,916 - 56,768 = 0,148 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{total}} &= \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 \\ &= 15,218 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{PanjangJalan}} = \frac{15,218}{3} = 5,073 \text{ m / km}$$

5,073 m/km < 10 m/km maka tipe medan **Datar**.

Untuk Alinyemen horisontal berdasarkan hasil survey dilapangan dan gambar long section, maka pada ruas jalan Ponco-Jatirogo sta 151+000 – 154+000 terdapat

empat lengkung tepatnya KM 152+915, KM153+505, KM153+575, KM153+845.

$$\text{Alinyemen Horizontal} = \frac{\sum \Delta}{360} \times 2\pi \text{rad}$$

$$\frac{(12 + 7 + 22 + 21)}{360} \times 2\pi \text{rad}$$

$$\frac{\quad}{3 \text{ km}} = 0,361 \text{ rad / km}$$

0,361 rad/km < 1,0 rad/km maka tipe medan **Datar**.

Berdasarkan perhitungan alinyemen vertikal dan alinyemen horisontal diatas dapat disimpulkan bahwa medan jalan Ponco-Jatirogo ini mempunyai tipe alinyemen jalan datar dengan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD) pada tabel 2.4.

Dari Tabel 2.3 didapat nilai $C_0 = 3100$ smp/jam.

- b. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw).

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2UD dengan lebar efektif jalur 6 meter didapat nilai $FC_w = 0,91$.

- c. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp).

➤ Arah Ponco - Jatirogo

$$\frac{\text{LHR}_{2007} \text{ dari arah Ponco - Jatirogo} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$$

$$= \frac{3003}{5351} \times 100\% = 56.12\% \approx 60\%$$

➤ Arah Jatirogo - Ponco

$$\frac{\text{LHR}_{2007} \text{ dari arah Jatirogo - Ponco} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$$

$$= \frac{2348}{5351} \times 100\% = 43.87\% \approx 40\%$$

Dari tabel 2.6 untuk tipe 2/2UD dengan pemisah arah 60%-40% didapat $FC_{sp} = 0,94$.

- d. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Ponco-Jatirogo dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 1,5 meter.

Dari tabel 2.8 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping sedang dan lebar bahu efektif $\leq 1,5$ m meter, didapat FCsf = 0,97

- e. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

$$= 3100 \times 0,91 \times 0,94 \times 0,97$$

$$= 2651,74 \text{ smp/jam}$$

- f. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam (Q). Dari persamaan 2.5 didapatkan :

$$Q = \text{LHRT (tahun 2010)} \times k \times \text{emp}$$

- Awal umur rencana tahun 2010

$$\text{Sepeda motor} = 1551 \times 0,11 \times 0,5 = 85,31$$

$$\text{Sedan dan Jeep} = 655 \times 0,11 \times 1,0 = 72,05$$

$$\text{Mobil Penumpang} = 699 \times 0,11 \times 1,0 = 76,89$$

$$\text{Micro Truck} = 528 \times 0,11 \times 1,0 = 58,08$$

$$\text{Bus kecil} = 64 \times 0,11 \times 1,3 = 9,15$$

$$\text{Bus Besar} = 20 \times 0,11 \times 1,5 = 3,3$$

$$\text{Truck 2 as } \frac{3}{4} = 478 \times 0,11 \times 1,3 = 68,35$$

$$\text{Truck 2 as} = 62 \times 0,11 \times 1,3 = 8,87$$

$$\text{Truck 3 as} = \underline{7 \times 0,11 \times 2,5 = 1,93+}$$

$$\Sigma Q = 383,93$$

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2009}}{C}$$

$$= \frac{383,93}{2651,74} = 0,14$$

Syarat : DS < 0,75

: 0,14 < 0,75 (OK)

➤ Akhir umur rencana tahun 2020

Sepeda motor = 1959 x 0,11 x 0,5 = 107,75

Sedan dan Jeep = 1481 x 0,11 x 1,0 = 162,91

Mobil Penumpang = 1673 x 0,11 x 1,0 = 184,03

Micro Truck = 1245 x 0,11 x 1,0 = 136,95

Bus kecil = 125 x 0,11 x 1,3 = 17,87

Bus Besar = 51 x 0,11 x 1,5 = 8,41

Truck 2 as $\frac{3}{4}$ = 997 x 0,11 x 1,3 = 142,57

Truck 2 as = 160 x 0,11 x 1,3 = 22,88

Truck 3 as = $\frac{16 \times 0,11 \times 2,5}{\Sigma Q} = \frac{4,4}{787,77}$

$\Sigma Q = 787,77$

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2009}}{C}$$

$$= \frac{787,77}{2651,74} = 0,30$$

Syarat : DS < 0,75

: 0,30 < 0,75 (OK)

Tabel 4.7
Derajat Kejenuhan sebelum Dilebarkan Ponco –Jatirogo

| Tahun | Q | DS |
|--------------|----------|-----------|
| 2010 | 383,92 | 0,14 |
| 2011 | 424,39 | 0,16 |
| 2012 | 464,86 | 0,18 |
| 2013 | 505,27 | 0,19 |
| 2014 | 545,38 | 0,21 |
| 2015 | 586,10 | 0,22 |
| 2016 | 626,43 | 0,24 |
| 2017 | 666,79 | 0,25 |
| 2018 | 707,20 | 0,27 |
| 2019 | 747,31 | 0,28 |
| 2020 | 787,78 | 0,30 |

B. Analisa Lalu Lintas Jatirogo - Ponco

Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata ruas jalan **Ponco – Jatirogo** seperti terlihat pada Tabel 4.3, maka dapat dihitung pertumbuhan lalu lintas dari masing-masing jenis kendaraan.

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan sepeda motor tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 1289 |
| 2 | 2005 | 1341 |
| 3 | 2006 | 1357 |
| 4 | 2007 | 1379 |

Regression Analysis: sepeda Motor

The regression equation is

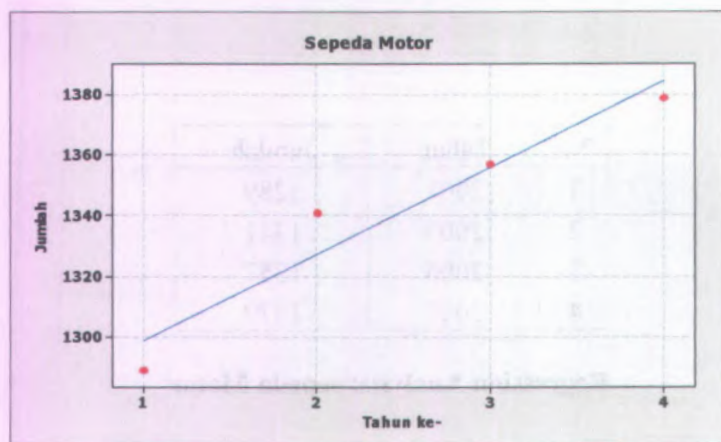
$$\text{Jumlah} = 1270 + 28,6 \text{ Tahun ke-}$$

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|---------|---------|-------|-------|
| Constant | 1270,00 | 15,33 | 82,86 | 0,000 |
| Tahun ke- | 28,600 | 5,596 | 5,11 | 0,036 |

$$S = 12,5140 \quad R\text{-Sq} = 92,9\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 89,3\%$$

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 4089,8 | 4089,8 | 26,12 | 0,036 |
| Residual Error | 2 | 313,2 | 156,6 | | |
| Total | 3 | 4403,0 | | | |



| no | x | Y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|-------------|------|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 1289 | 0,928 | 1298,6 | 0,0000 | 0,0190 | 2% |
| 2 | 2005 | 1341 | | 1327,2 | 0,0220 | | |
| 3 | 2006 | 1357 | | 1355,8 | 0,0215 | | |
| 4 | 2007 | 1379 | | 1384,4 | 0,0211 | | |
| 5 | 2008 | | | 1413,0 | 0,0207 | | |
| 6 | 2009 | | | 1441,6 | 0,0202 | | |
| 7 | 2010 | | | 1470,2 | 0,0198 | | |
| 8 | 2011 | | | 1498,8 | 0,0195 | | |
| 9 | 2012 | | | 1527,4 | 0,0191 | | |
| 10 | 2013 | | | 1556,0 | 0,0187 | | |
| 11 | 2014 | | | 1584,6 | 0,0184 | | |
| 12 | 2015 | | | 1613,2 | 0,0180 | | |
| 13 | 2016 | | | 1641,8 | 0,0177 | | |
| 14 | 2017 | | | 1670,4 | 0,0174 | | |
| 15 | 2018 | | | 1699,0 | 0,0171 | | |
| 16 | 2019 | | | 1727,6 | 0,0168 | | |
| 17 | 2020 | | | 1756,2 | 0,0166 | | |
| | Σ | | | | 0,3048 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan dan jeep**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan sedan dan jeep tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 134 |
| 2 | 2005 | 195 |
| 3 | 2006 | 211 |
| 4 | 2007 | 226 |

Regression Analysis: Mobil Penumpang

The regression equation is

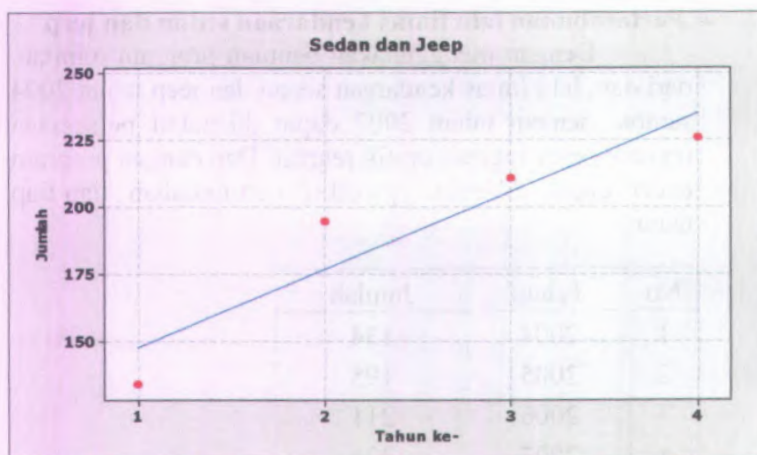
$$\text{Jumlah} = 119 + 29,2 \text{ Tahun ke-}$$

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 118,50 | 21,66 | 5,47 | 0,032 |
| Tahun ke- | 29,200 | 7,911 | 3,69 | 0,066 |

$$S = 17,6890 \quad R\text{-Sq} = 87,2\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 80,8\%$$

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 4263,2 | 4263,2 | 13,62 | 0,066 |
| Residual Error | 2 | 625,8 | 312,9 | | |
| Total | 3 | 4889,0 | | | |



| No | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|-----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 134 | 0,872 | 147,7 | 0,0000 | 0,09402 | 9% |
| 2 | 2005 | 195 | | 176,9 | 0,1977 | | |
| 3 | 2006 | 211 | | 206,1 | 0,1651 | | |
| 4 | 2007 | 226 | | 235,3 | 0,1417 | | |
| 5 | 2008 | | | 264,5 | 0,1241 | | |
| 6 | 2009 | | | 293,7 | 0,1104 | | |
| 7 | 2010 | | | 322,9 | 0,0994 | | |
| 8 | 2011 | | | 352,1 | 0,0904 | | |
| 9 | 2012 | | | 381,3 | 0,0829 | | |
| 10 | 2013 | | | 410,5 | 0,0766 | | |
| 11 | 2014 | | | 439,7 | 0,0711 | | |
| 12 | 2015 | | | 468,9 | 0,0664 | | |
| 13 | 2016 | | | 498,1 | 0,0623 | | |
| 14 | 2017 | | | 527,3 | 0,0586 | | |
| 15 | 2018 | | | 556,5 | 0,0554 | | |
| 16 | 2019 | | | 585,7 | 0,0525 | | |
| 17 | 2020 | | | 614,9 | 0,0499 | | |
| | Σ | | | | 1,5044 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Mobil penumpang**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan mobil penumpang tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 141 |
| 2 | 2005 | 196 |
| 3 | 2006 | 198 |
| 4 | 2007 | 213 |

Regression Analysis: Mobil Penumpang

The regression equation is

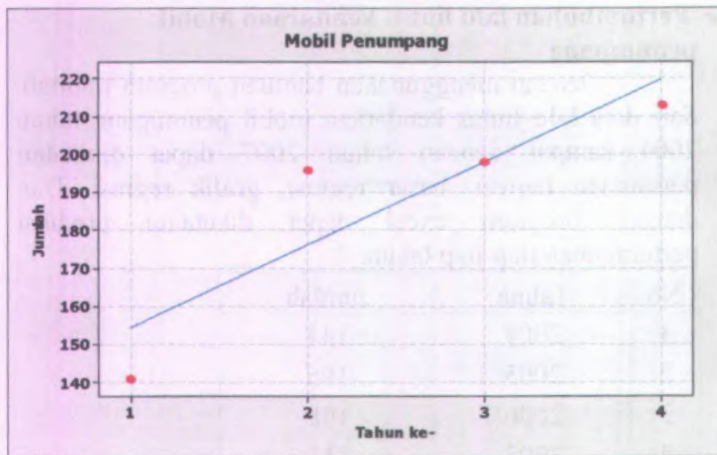
Jumlah = 133 + 21,8 Tahun ke-

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 132,50 | 21,53 | 6,16 | 0,025 |
| Tahun ke- | 21,800 | 7,860 | 2,77 | 0,109 |

S = 17,5756 R-Sq = 79,4% R-Sq(adj) = 69,0%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|------|-------|
| Regression | 1 | 2376,2 | 2376,2 | 7,69 | 0,109 |
| Residual Error | 2 | 617,8 | 308,9 | | |
| Total | 3 | 2994,0 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|-----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 141 | 0,793 | 154,3 | 0,0000 | 0,0770 | 8% |
| 2 | 2005 | 196 | | 176,1 | 0,1413 | | |
| 3 | 2006 | 198 | | 197,9 | 0,1238 | | |
| 4 | 2007 | 213 | | 219,7 | 0,1102 | | |
| 5 | 2008 | | | 241,5 | 0,0992 | | |
| 6 | 2009 | | | 263,3 | 0,0903 | | |
| 7 | 2010 | | | 285,1 | 0,0828 | | |
| 8 | 2011 | | | 306,9 | 0,0765 | | |
| 9 | 2012 | | | 328,7 | 0,0710 | | |
| 10 | 2013 | | | 350,5 | 0,0663 | | |
| 11 | 2014 | | | 372,3 | 0,0622 | | |
| 12 | 2015 | | | 394,1 | 0,0586 | | |
| 13 | 2016 | | | 415,9 | 0,0553 | | |
| 14 | 2017 | | | 437,7 | 0,0524 | | |
| 15 | 2018 | | | 459,5 | 0,0498 | | |
| 16 | 2019 | | | 481,3 | 0,0474 | | |
| 17 | 2020 | | | 503,1 | 0,0453 | | |
| | Σ | | | | 1,2324 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan micro truck**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan mobil penumpang tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 109 |
| 2 | 2005 | 151 |
| 3 | 2006 | 168 |
| 4 | 2007 | 213 |

Regression Analysis: Micro Truck

The regression equation is

Jumlah = 78,0 + 32,9 Tahun ke-

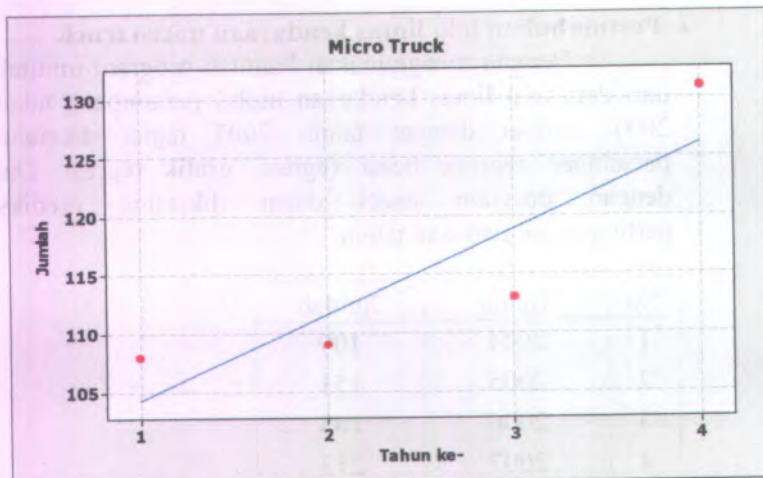
| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 78,00 | 10,35 | 7,54 | 0,017 |
| Tahun ke- | 32,900 | 3,778 | 8,71 | 0,013 |

S = 8,44689 R-Sq = 97,4% R-Sq(adj) = 96,1%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|-------|-------|---|
| Regression | 1 | 5412,1 | 75,85 | 0,013 | |
| Residual Error | 2 | 142,7 | 71,3 | | |
| Total | 3 | 5554,8 | | | |





| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|-----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 109 | 0,974 | 110,9 | 0,0000 | 0,1173 | 12% |
| 2 | 2005 | 151 | | 143,8 | 0,2967 | | |
| 3 | 2006 | 168 | | 176,7 | 0,2288 | | |
| 4 | 2007 | 213 | | 209,6 | 0,1862 | | |
| 5 | 2008 | | | 242,5 | 0,1570 | | |
| 6 | 2009 | | | 275,4 | 0,1357 | | |
| 7 | 2010 | | | 308,3 | 0,1195 | | |
| 8 | 2011 | | | 341,2 | 0,1067 | | |
| 9 | 2012 | | | 374,1 | 0,0964 | | |
| 10 | 2013 | | | 407 | 0,0879 | | |
| 11 | 2014 | | | 439,9 | 0,0808 | | |
| 12 | 2015 | | | 472,8 | 0,0748 | | |
| 13 | 2016 | | | 505,7 | 0,0696 | | |
| 14 | 2017 | | | 538,6 | 0,0651 | | |
| 15 | 2018 | | | 571,5 | 0,0611 | | |
| 16 | 2019 | | | 604,4 | 0,0576 | | |
| 17 | 2020 | | | 637,3 | 0,0544 | | |
| | Σ | | | | 1,8782 | | |



➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan bus kecil tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 39 |
| 2 | 2005 | 41 |
| 3 | 2006 | 45 |
| 4 | 2007 | 51 |

Regression Analysis: Bus Kecil

The regression equation is

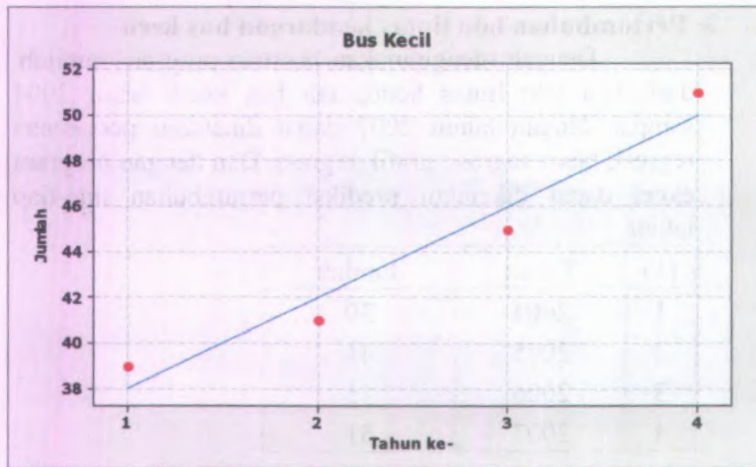
$$\text{Jumlah} = 34,0 + 4,00 \text{ Tahun ke-}$$

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|-------|-------|
| Constant | 34,000 | 1,732 | 19,63 | 0,003 |
| Tahun ke- | 4,0000 | 0,6325 | 6,32 | 0,024 |

$$S = 1,41421 \quad R\text{-Sq} = 95,2\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 92,9\%$$

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 80,000 | 80,000 | 40,00 | 0,024 |
| Residual Error | 2 | 4,000 | 2,000 | | |
| Total | 3 | 84,000 | | | |



| No | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 39 | 0,952 | 38 | 0,0000 | 0,0638 | 6% |
| 2 | 2005 | 41 | | 42 | 0,1053 | | |
| 3 | 2006 | 45 | | 46 | 0,0952 | | |
| 4 | 2007 | 51 | | 50 | 0,0870 | | |
| 5 | 2008 | | | 54 | 0,0800 | | |
| 6 | 2009 | | | 58 | 0,0741 | | |
| 7 | 2010 | | | 62 | 0,0690 | | |
| 8 | 2011 | | | 66 | 0,0645 | | |
| 9 | 2012 | | | 70 | 0,0606 | | |
| 10 | 2013 | | | 74 | 0,0571 | | |
| 11 | 2014 | | | 78 | 0,0541 | | |
| 12 | 2015 | | | 82 | 0,0513 | | |
| 13 | 2016 | | | 86 | 0,0488 | | |
| 14 | 2017 | | | 90 | 0,0465 | | |
| 15 | 2018 | | | 94 | 0,0444 | | |
| 16 | 2019 | | | 98 | 0,0426 | | |
| 17 | 2020 | | | 102 | 0,0408 | | |
| | Σ | | | | 1,0212 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan bus besar tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 1 |
| 2 | 2005 | 1 |
| 3 | 2006 | 4 |
| 4 | 2007 | 4 |

Regression Analysis: Bus Besar

The regression equation is

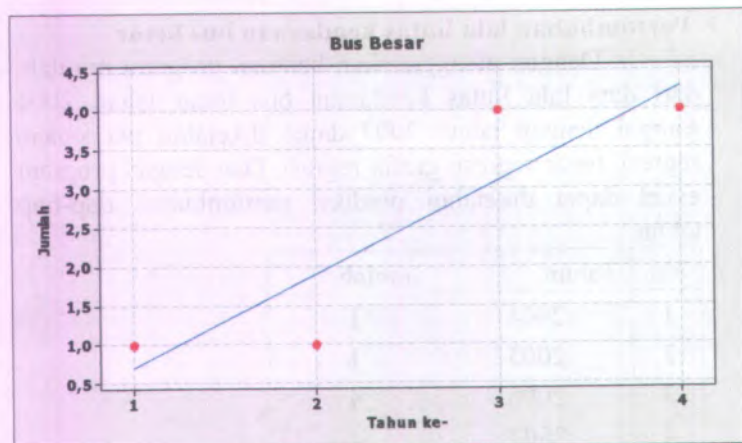
Jumlah = - 0,50 + 1,20 Tahun ke-

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|-------|-------|
| Constant | -0,500 | 1,162 | -0,43 | 0,409 |
| Tahun ke- | 1,2000 | 0,4243 | 2,83 | 0,106 |

S = 0,948683 R-Sq = 80,0% R-Sq(adj) = 70,0%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|------|-------|
| Regression | 1 | 7,2000 | 7,2000 | 8,00 | 0,106 |
| Residual Error | 2 | 1,8000 | 0,9000 | | |
| Total | 3 | 9,0000 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|---|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 1 | 0,8 | 0,7 | 0,0000 | 0,2737 | 27% |
| 2 | 2005 | 1 | | 1,9 | 1,7143 | | |
| 3 | 2006 | 4 | | 3,1 | 0,6316 | | |
| 4 | 2007 | 4 | | 4,3 | 0,3871 | | |
| 5 | 2008 | | | 5,5 | 0,2791 | | |
| 6 | 2009 | | | 6,7 | 0,2182 | | |
| 7 | 2010 | | | 7,9 | 0,1791 | | |
| 8 | 2011 | | | 9,1 | 0,1519 | | |
| 9 | 2012 | | | 10,3 | 0,1319 | | |
| 10 | 2013 | | | 11,5 | 0,1165 | | |
| 11 | 2014 | | | 12,7 | 0,1043 | | |
| 12 | 2015 | | | 13,9 | 0,0945 | | |
| 13 | 2016 | | | 15,1 | 0,0863 | | |
| 14 | 2017 | | | 16,3 | 0,0795 | | |
| 15 | 2018 | | | 17,5 | 0,0736 | | |
| 16 | 2019 | | | 18,7 | 0,0686 | | |
| 17 | 2020 | | | 19,9 | 0,0642 | | |
| | Σ | | | | 4,3806 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2 as 3/4**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan truck 2as 3/4 tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 147 |
| 2 | 2005 | 202 |
| 3 | 2006 | 213 |
| 4 | 2007 | 226 |

Regression Analysis: Truck 2 sumbu ¾

The regression equation is

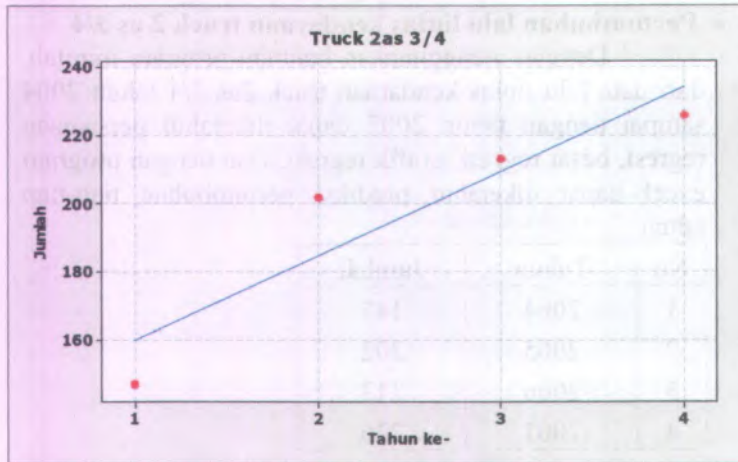
Jumlah = 135 + 24,8 Tahun ke-

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|------|-------|
| Constant | 135,00 | 20,25 | 6,67 | 0,022 |
| Tahun ke- | 24,800 | 7,395 | 3,35 | 0,079 |

S = 16,5348 R-Sq = 84,9% R-Sq(adj) = 77,4%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 3075,2 | 3075,2 | 11,25 | 0,079 |
| Residual Error | 2 | 546,8 | 273,4 | | |
| Total | 3 | 3622,0 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|-------------|-----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 147 | 0,849 | 159,8 | 0,0000 | 0,0815 | 8% |
| 2 | 2005 | 202 | | 184,6 | 0,1552 | | |
| 3 | 2006 | 213 | | 209,4 | 0,1343 | | |
| 4 | 2007 | 226 | | 234,2 | 0,1184 | | |
| 5 | 2008 | | | 259,0 | 0,1059 | | |
| 6 | 2009 | | | 283,8 | 0,0958 | | |
| 7 | 2010 | | | 308,6 | 0,0874 | | |
| 8 | 2011 | | | 333,4 | 0,0804 | | |
| 9 | 2012 | | | 358,2 | 0,0744 | | |
| 10 | 2013 | | | 383,0 | 0,0692 | | |
| 11 | 2014 | | | 407,8 | 0,0648 | | |
| 12 | 2015 | | | 432,6 | 0,0608 | | |
| 13 | 2016 | | | 457,4 | 0,0573 | | |
| 14 | 2017 | | | 482,2 | 0,0542 | | |
| 15 | 2018 | | | 507,0 | 0,0514 | | |
| 16 | 2019 | | | 531,8 | 0,0489 | | |
| 17 | 2020 | | | 556,6 | 0,0466 | | |
| | Σ | | | | 1,3051 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2 as**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan truck 2as tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 7 |
| 2 | 2005 | 11 |
| 3 | 2006 | 23 |
| 4 | 2007 | 31 |

Regression Analysis: Truck 2as

The regression equation is

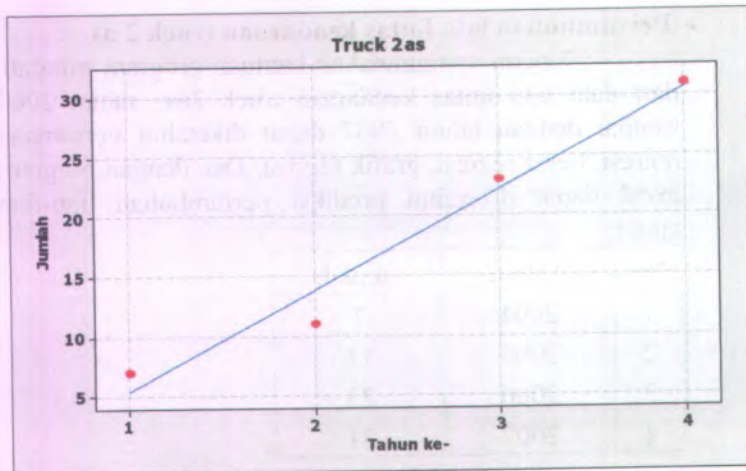
Jumlah = - 3,00 + 8,40 Tahun ke-

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|-------|-------|
| Constant | -3,000 | 2,898 | -1,04 | 0,409 |
| Tahun ke- | 8,400 | 1,058 | 7,94 | 0,016 |

S = 2,36643 R-Sq = 96,9% R-Sq(adj) = 95,4%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 352,80 | 352,80 | 63,00 | 0,016 |
| Residual Error | 2 | 11,20 | 5,60 | | |
| Total | 3 | 364,00 | | | |



| no | X | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|----|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 7 | 0,9692 | 5,4 | 0,0000 | 0,2609 | 26% |
| 2 | 2005 | 11 | | 13,8 | 1,5556 | | |
| 3 | 2006 | 23 | | 22,2 | 0,6087 | | |
| 4 | 2007 | 31 | | 30,6 | 0,3784 | | |
| 5 | 2008 | | | 39,0 | 0,2745 | | |
| 6 | 2009 | | | 47,4 | 0,2154 | | |
| 7 | 2010 | | | 55,8 | 0,1772 | | |
| 8 | 2011 | | | 64,2 | 0,1505 | | |
| 9 | 2012 | | | 72,6 | 0,1308 | | |
| 10 | 2013 | | | 81,0 | 0,1157 | | |
| 11 | 2014 | | | 89,4 | 0,1037 | | |
| 12 | 2015 | | | 97,8 | 0,0940 | | |
| 13 | 2016 | | | 106,2 | 0,0859 | | |
| 14 | 2017 | | | 114,6 | 0,0791 | | |
| 15 | 2018 | | | 123,0 | 0,0733 | | |
| 16 | 2019 | | | 131,4 | 0,0683 | | |
| 17 | 2020 | | | 139,8 | 0,0639 | | |
| | Σ | | | | 4,1750 | | |

➤ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 3 as**

Dengan menggunakan bantuan program minitab, dari data lalu lintas kendaraan truck 3as tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi. Dan dengan program excel dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.

| No | Tahun | Jumlah |
|----|-------|--------|
| 1 | 2004 | 1 |
| 2 | 2005 | 2 |
| 3 | 2006 | 5 |
| 4 | 2007 | 5 |

Regression Analysis: Truck 3 as

The regression equation is

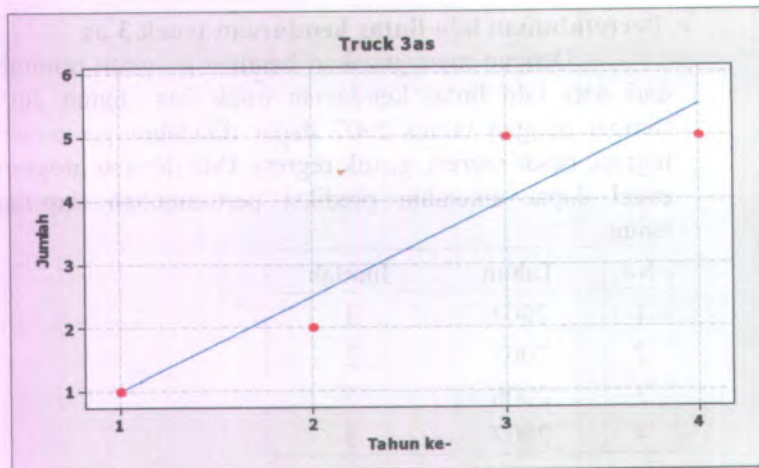
$$\text{Jumlah} = -0,50 + 1,50 \text{ Tahun ke-}$$

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|-----------|--------|---------|-------|-------|
| Constant | -0,500 | 1,061 | -0,47 | 0,484 |
| Tahun ke- | 1,5000 | 0,3873 | 3,87 | 0,061 |

$$S = 0,866025 \quad R\text{-Sq} = 88,2\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 82,4\%$$

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 11,250 | 11,250 | 15,00 | 0,061 |
| Residual Error | 2 | 1,500 | 0,750 | | |
| Total | 3 | 12,750 | | | |



| no | x | y | R ² | Pers. Regresi (Y) | i | i rata-rata | i(%) |
|----|------|---|----------------|-------------------|--------|-------------|------|
| 1 | 2004 | 1 | 0,8824 | 1,0 | 0,0000 | 0,2563 | 26% |
| 2 | 2005 | 2 | | 2,5 | 1,5000 | | |
| 3 | 2006 | 5 | | 4,0 | 0,6000 | | |
| 4 | 2007 | 5 | | 5,5 | 0,3750 | | |
| 5 | 2008 | | | 7,0 | 0,2727 | | |
| 6 | 2009 | | | 8,5 | 0,2143 | | |
| 7 | 2010 | | | 10,0 | 0,1765 | | |
| 8 | 2011 | | | 11,5 | 0,1500 | | |
| 9 | 2012 | | | 13,0 | 0,1304 | | |
| 10 | 2013 | | | 14,5 | 0,1154 | | |
| 11 | 2014 | | | 16,0 | 0,1034 | | |
| 12 | 2015 | | | 17,5 | 0,0938 | | |
| 13 | 2016 | | | 19,0 | 0,0857 | | |
| 14 | 2017 | | | 20,5 | 0,0789 | | |
| 15 | 2018 | | | 22,0 | 0,0732 | | |
| 16 | 2019 | | | 23,5 | 0,0682 | | |
| 17 | 2020 | | | 25,0 | 0,0638 | | |
| | Σ | | | | 4,1013 | | |

Tabel 4.8
Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas
Tahun 2009 – 2020 (Jatirogo-Ponco)

| Jenis Kendaraan | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Sepeda Motor | 1470 | 1499 | 1572 | 1556 | 1585 | 1613 |
| Sedan dan Jeep | 323 | 352 | 381 | 411 | 440 | 469 |
| Mobil Penumpang | 285 | 307 | 329 | 351 | 372 | 394 |
| Micro Truck | 308 | 341 | 374 | 407 | 440 | 473 |
| Bus Kecil | 62 | 66 | 70 | 74 | 78 | 82 |
| Bus Besar | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 |
| Truck 2 as 3/4 | 309 | 333 | 358 | 383 | 408 | 433 |
| Truck 2 as | 56 | 64 | 73 | 81 | 89 | 98 |
| Truck 3 as | 10 | 12 | 13 | 15 | 16 | 18 |
| Jumlah | 2831 | 2983 | 3180 | 3290 | 3441 | 3594 |

| Jenis Kendaraan | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Sepeda Motor | 1642 | 1670 | 1699 | 1728 | 1756 |
| Sedan dan Jeep | 498 | 527 | 557 | 586 | 615 |
| Mobil Penumpang | 416 | 438 | 460 | 481 | 503 |
| Micro Truck | 506 | 539 | 572 | 604 | 637 |
| Bus Kecil | 86 | 90 | 94 | 98 | 102 |
| Bus Besar | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 |
| Truck 2 as 3/4 | 457 | 482 | 507 | 532 | 557 |
| Truck 2 as | 106 | 115 | 123 | 131 | 140 |
| Truck 3 as | 19 | 21 | 22 | 24 | 25 |
| Jumlah | 3745 | 3898 | 4052 | 4203 | 4355 |

▪ **Analisa Kapasitas Jatirogo-Ponco**

➤ **Sebelum di lebarkan**

a. Menentukan kapasitas dasar (Co)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga tipe jalan tersebut, untuk jalan Ponco-Jatirogo Sta 151+000 – 154+000. Untuk Alinyemen vertikal :

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{Panjang Jalan}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= (H \text{ KM } 151+000) - (H \text{ KM } 151+500) \\ &= 71,950 - 57,688 = 14,262 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= (H \text{ KM } 151+500) - (H \text{ KM } 152+000) \\ &= 57,688 - 57,929 = -0,241 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_3 &= (H \text{ KM } 152+000) - (H \text{ KM } 152+500) \\ &= 57,929 - 65,150 = -7,221 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_4 &= (H \text{ KM } 152+500) - (H \text{ KM } 153+000) \\ &= 65,150 - 60,237 = 4,913 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_5 &= (H \text{ KM } 153+000) - (H \text{ KM } 153+500) \\ &= 60,273 - 56,916 = 3,357 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_6 &= (H \text{ KM } 153+500) - (H \text{ KM } 154+000) \\ &= 56,916 - 56,768 = 0,148 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{total}} &= \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 \\ &= 15,218 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{Panjang Jalan}} = \frac{15,218}{3} = 5,073 \text{ m / km}$$

5,073 m/km < 10 m/km maka tipe medan **Datar**.

Untuk Alinyemen horisontal berdasarkan hasil survey dilapangan dan gambar long section, maka pada ruas jalan Ponco-Jatirogo sta 151+000 – 154+000 terdapat

empat lengkung tepatnya KM 152+915, KM153+505, KM153+575, KM153+845.

$$\text{Alinyemen Horizontal} = \frac{\sum \Delta}{360} \times 2\pi \text{ rad}$$

$$\frac{(12 + 7 + 22 + 21)}{360} \times 2\pi \text{ rad}$$

$$\frac{\quad}{3 \text{ km}} = 0,361 \text{ rad / km}$$

0,361 rad/km < 1,0 rad/km maka tipe medan **Datar**.

Berdasarkan perhitungan alinyemen vertikal dan alinyemen horisontal diatas dapat disimpulkan bahwa medan jalan Ponco-Jatirogo ini mempunyai tipe alinyemen jalan datar dengan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD) pada tabel 2.4.

Dari Tabel 2.3 didapat nilai $C_o = 3100$ smp/jam.

- b. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw).

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2UD dengan lebar efektif jalur 6 meter didapat nilai $FC_w = 0,91$.

- c. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp).

➤ Arah Ponco - Jatirogo

$$\frac{\text{LHR}_{2007} \text{ dari arah Ponco - Jatirogo} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$$

$$= \frac{3003}{5351} \times 100\% = 56.12\% \approx 60\%$$

➤ Arah Jatirogo - Ponco

$$\frac{\text{LHR}_{2007} \text{ dari arah Jatirogo - Ponco} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$$

$$= \frac{2348}{5351} \times 100\% = 43.87\% \approx 40\%$$

Dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2UD dengan pemisah arah 60%-40% didapat $FC_{sp} = 0,94$.

- d. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Ponco-Jatirogo dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 1,5 meter.

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping sedang dan lebar bahu efektif $\leq 1,5$ m meter, didapat FCsf = 0,97

- e. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \\ &= 3100 \times 0,91 \times 0,94 \times 0,97 \\ &= 2651,74 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- f. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam (Q). Dari persamaan 2.5 didapatkan :

$$Q = LHRT (\text{tahun } 2010) \times k \times \text{emp}$$

- Awal umur rencana tahun 2010

| | | | | | | | | |
|--------------------------|---|------|---|------|---|-----|------------|----------|
| Sepeda motor | = | 1470 | x | 0,11 | x | 0,5 | = | 80,85 |
| Sedan dan Jeep | = | 323 | x | 0,11 | x | 1,0 | = | 35,53 |
| Mobil Penumpang | = | 385 | x | 0,11 | x | 1,0 | = | 42,35 |
| Micro Truck | = | 308 | x | 0,11 | x | 1,0 | = | 33,88 |
| Bus kecil | = | 62 | x | 0,11 | x | 1,3 | = | 8,87 |
| Bus Besar | = | 8 | x | 0,11 | x | 1,5 | = | 1,32 |
| Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | = | 309 | x | 0,11 | x | 1,3 | = | 44,19 |
| Truck 2 as | = | 56 | x | 0,11 | x | 1,3 | = | 8,01 |
| Truck 3 as | = | 10 | x | 0,11 | x | 2,5 | = | 2,75+ |
| | | | | | | | ΣQ | = 247,75 |

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q_{2009}}{C} \\ &= \frac{247,75}{2651,74} = 0,09 \end{aligned}$$

Syarat : $DS < 0,75$
 : $0,09 < 0,75$ (OK)

➤ Akhir umur rencana tahun 2020

| | | | | |
|--------------------------|---|-------------------------------|------------|----------|
| Sepeda motor | = | $1756 \times 0,11 \times 0,5$ | = | 96,58 |
| Sedan dan Jeep | = | $615 \times 0,11 \times 1,0$ | = | 67,65 |
| Mobil Penumpang | = | $503 \times 0,11 \times 1,0$ | = | 55,33 |
| Micro Truck | = | $637 \times 0,11 \times 1,0$ | = | 70,07 |
| Bus kecil | = | $102 \times 0,11 \times 1,3$ | = | 14,59 |
| Bus Besar | = | $20 \times 0,11 \times 1,5$ | = | 3,30 |
| Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | = | $557 \times 0,11 \times 1,3$ | = | 79,65 |
| Truck 2 as | = | $140 \times 0,11 \times 1,3$ | = | 20,02 |
| Truck 3 as | = | $25 \times 0,11 \times 2,5$ | = | 6,88 + |
| | | | ΣQ | = 414,07 |

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2009}}{C}$$

$$= \frac{414,07}{2651,74} = 0,16$$

Syarat : $DS < 0,75$
 : $0,16 < 0,75$ (OK)

Tabel 4.9
Derajat Kejenuhan sebelum Dilebarkan Jatirogo-Ponco

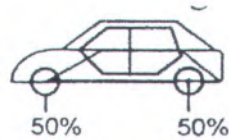
| Tahun | Q | DS |
|-------|--------|------|
| 2010 | 246,74 | 0,09 |
| 2011 | 263,44 | 0,10 |
| 2012 | 282,57 | 0,11 |
| 2013 | 297,21 | 0,11 |
| 2014 | 313,67 | 0,12 |
| 2015 | 330,59 | 0,12 |
| 2016 | 347,02 | 0,13 |
| 2017 | 363,95 | 0,14 |
| 2018 | 380,79 | 0,14 |
| 2019 | 397,41 | 0,15 |
| 2020 | 414,06 | 0,16 |

4.3.2 Data survey muatan maksimum

Dalam menentukan distribusi beban sumbu pada jenis-jenis kendaraan maka dipergunakan tabel 2.10 dan untuk angka ekivalen tiap-tiap jenis kendaraan dapat dilihat pada tabel 2.12, apabila angka tidak terdapat dalam tabel maka dipergunakan rumus yang terdapat pada tabel 2.11. Berikut ini perhitungungan distribusi beban sumbu dan angka ekivalen pada tiap-tiap jenis kendaraan.

➤ **Kendaraan Penumpang**

Sesuai tabel 2.12 kendaraan penumpang mempunyai berat maksimum 2000 kg = 2 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang = $50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

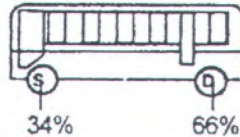
E sumbu depan tunggal beban 1 ton = 0,0002

E sumbu belakang tunggal beban 1 ton = 0,0002

E untuk kendaraan penumpang = 0,0004

➤ **Kendaraan Bus Kecil**

Sesuai tabel 2.10 kendaraan bus kecil mempunyai berat maksimum 7000 kg = 7 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $34\% \times 7 \text{ ton} = 2,38 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang = $66\% \times 7 \text{ ton} = 4,62 \text{ ton}$

Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

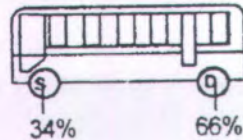
$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 2,38 \text{ ton} = \left[\frac{2380}{8160} \right]^4 = 0,0072$$

$$E \text{ sumbu Belakang tunggal beban } 4,62 \text{ ton} = \left[\frac{4620}{8160} \right]^4 = 0,1028$$

$$E \text{ untuk kendaraan bus besar} = 0,1100$$

➤ **Kendaraan Bus Besar**

Sesuai tabel 2.10 kendaraan bus besar mempunyai berat maksimum 9000 kg = 9 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\text{Beban sumbu depan} = 34\% \times 9 \text{ ton} = 3,06 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 66\% \times 9 \text{ ton} = 5,94 \text{ ton}$$

Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

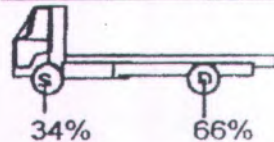
$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 3,06 \text{ ton} = \left[\frac{3060}{8160} \right]^4 = 0,0198$$

$$E \text{ sumbu Belakang tunggal beban } 5,94 \text{ ton} = \left[\frac{5940}{8160} \right]^4 = 0,2807$$

$$E \text{ untuk kendaraan bus kecil} = 0,3005$$

➤ **Kendaraan Truck 2 as 3/4**

Sesuai tabel 2.10 kendaraan truck 2 as 3/4 mempunyai berat maksimum 8300 kg = 8,3 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\text{Beban sumbu depan} = 34\% \times 8,3 \text{ ton} = 2,822 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 66\% \times 8,3 \text{ ton} = 5,478 \text{ ton}$$

Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

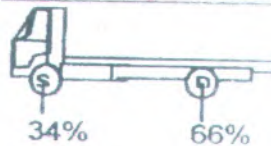
$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 2,822 \text{ ton} = \left[\frac{2822}{8160} \right]^4 = 0,0143$$

$$E \text{ sumbuBelakang tunggal beban } 5,478 \text{ ton} = \left[\frac{5478}{8160} \right]^4 = 0,2031$$

$$E \text{ untuk kendaraan truck 2 as } \frac{3}{4} = 0,2174$$

➤ **Kendaraan Truck 2 as**

Sesuai tabel 2.10 kendaraan truck 2 as mempunyai berat maksimum 18200 kg = 18,2 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\text{Beban sumbu depan} = 34\% \times 18,2 \text{ ton} = 6,19 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 66\% \times 18,2 \text{ ton} = 12,01 \text{ ton}$$

Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

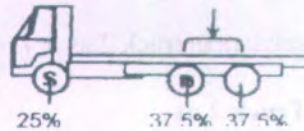
$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 6,19 \text{ ton} = \left[\frac{6190}{8160} \right]^4 = 0,3311$$

$$E \text{ sumbu Belakang tunggal beban } 12,01 \text{ ton} = \left[\frac{12010}{8160} \right]^4 = 4,692$$

$$E \text{ untuk kendaraan truck 2 as} = 5,0237$$

➤ **Kendaraan Truck 3 as**

Sesuai tabel 2.10 kendaraan truck 3 as mempunyai berat maksimum 25000 kg = 25 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = 34% x 25 ton = 6,25 ton

Beban sumbu belakang = 66% x 25 ton = 18,75ton

Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 6,25 \text{ ton} = \left[\frac{6250}{8160} \right]^4 = 0,3442$$

$$E \text{ sumbu Belakang tunggal beban } 18,75 \text{ ton} = 0,086 \times \left[\frac{18750}{8160} \right]^4 = 2,397$$

$$E \text{ untuk kendaraan truck 3 as} = 2,7416$$

Tabel 4.10 Rekapitulasi Angka Ekivalen

| Jenis Kendaraan | LHR 2010 |
|-----------------|----------|
| Sedan dan Jeep | 0,0004 |
| Mobil Penumpang | 0.0004 |
| Micro Truck | 0,2174 |
| Bus Kecil | 0,1100 |
| Bus Besar | 0,3005 |
| Truck 2 as 3/4 | 0,2174 |
| Truck 2 as | 5,0237 |
| Truck 3 as | 2,7416 |

4.3.3 Data Benkelman Beam

Berdasarkan data lendutan balik pada tabel 4.4 maka dapat ditentukan Faktor Keseragaman (FK) dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.15 dan rumus Standar Deviasi (S) yang terdapat pada persamaan 2.16 serta penggolongan faktor keseragaman yang terdapat pada tabel 2.22. Sehingga dapat ditentukan lendutan balik yang mewakili dengan menggunakan persamaan 2.19.

Perhitungan faktor keseragaman (FK) sebagai berikut :

$$n = 16$$

$$\sum d = 19,38$$

$$\sum d^2 = 23,73$$

$$(\sum d)^2 = 375,58$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \quad \dots \text{Pers 2.14}$$

$$= \sqrt{\frac{16(23,73) - (375,58)}{16(16-1)}}$$

$$= 0,13$$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{19,38}{16} = 1,21 \quad \dots \text{Pers 2.15}$$

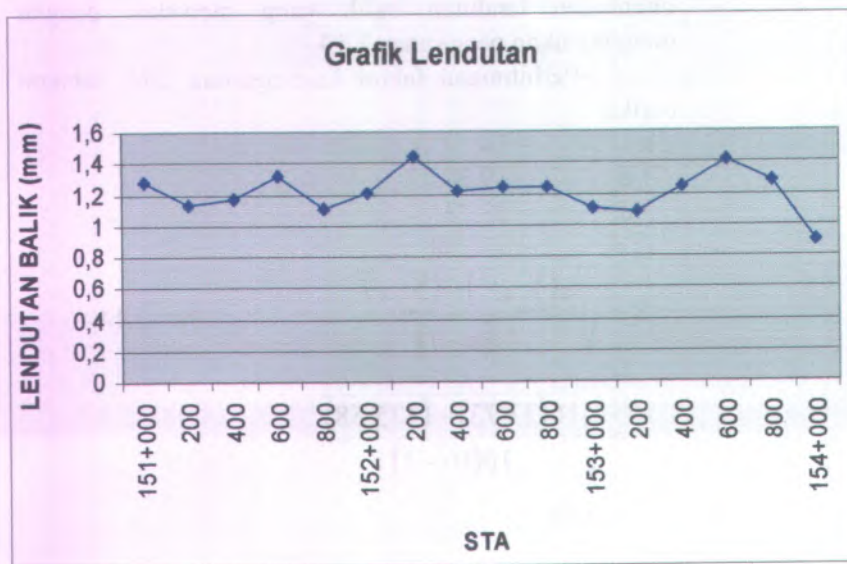
$$Fk = \frac{S}{D} \times 100\% \quad \dots \text{Pers 2.13}$$

$$= \frac{0,13}{1,21} \times 100\% = 10,74$$

Sesuai dengan Tabel 2.19 maka faktor keseragaman katagori **Sangat Seragam**.

Ruas jalan Ponco-Jatirogo adalah jalan kolektor maka lendutan balik yang mewakili (D) :

$$\begin{aligned}
 D &= \bar{d} + 1.64 S \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.17} \\
 &= 1,21 + 1,64 \times 0,13 \\
 &= 1,42 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.1 Grafik Lendutan Balik

4.3.4 Data Curah Hujan

Dalam perhitungan analisa curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (I) dari stasiun hujan yang terdekat sepanjang ruas jalan Ponco-Jatirogo adalah sebagai berikut :

a. Data Curah Hujan

| Tahun | Hujan Harian Max (mm/jam) (Ri) | Deviasi (Ri - Rrata-rata) | (Ri - Rrata-rata) ² |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1996 | 58 | -40,4 | 1632,16 |
| 1997 | 177 | 78,6 | 6177,96 |
| 1998 | 75 | -23,4 | 547,56 |
| 1999 | 165 | 66,6 | 4435,56 |
| 2000 | 94 | -4,4 | 19,36 |
| 2001 | 98 | -0,4 | 0,16 |
| 2002 | 82 | -16,4 | 268,96 |
| 2003 | 75 | -23,4 | 547,56 |
| 2004 | 97 | -1,4 | 1,96 |
| 2005 | 63 | -35,4 | 1253,16 |
| n = 10 | 984 | | 14884,4 |
| Rrata-rata | 98,4 | | |

➤ Standar deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (Ri - \bar{R})^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{14884,4}{10}} = 38,58$$

➤ Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode T tahun digunakan persamaan 2.26

$$Rt = \bar{R} + \frac{Sx}{Sn} (Yt - Yn)$$

Periode ulang (T) = 5 tahun

$Y_t = 1,4999$ dari tabel 2.30

$Y_n = 0,4952$ dari tabel 2.31

$S_n = 0,9496$ dari tabel 2.32

$$R_t = 98,4 + \frac{14,49}{0,9496} (1,4999 - 0,4952)$$

$$= 139,22 \text{ mm/jam}$$

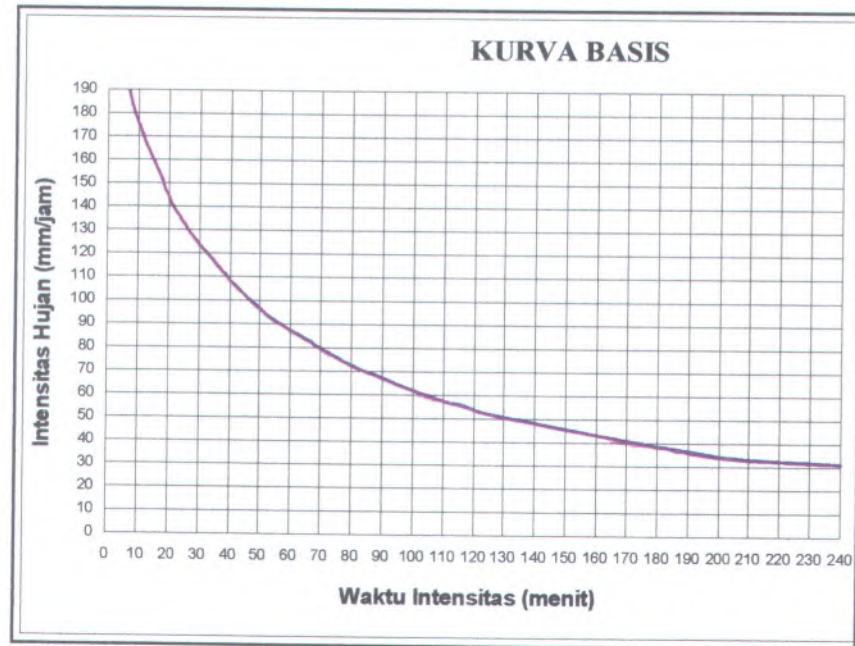
- Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam, maka I didapat dari persamaan 2.27.

$$I = \frac{90\% \times R_t}{4}$$

$$= \frac{90\% \times 139,22}{4} = 31,32 \text{ mm/jam}$$

Harga — I = 31,32 mm/jam diplotkan pada waktu intensitas t = 240 menit di kurva basisi.

I Rencana = 190 mm/jam



Legenda :

- Kurva Basis
- Kurva Rencana

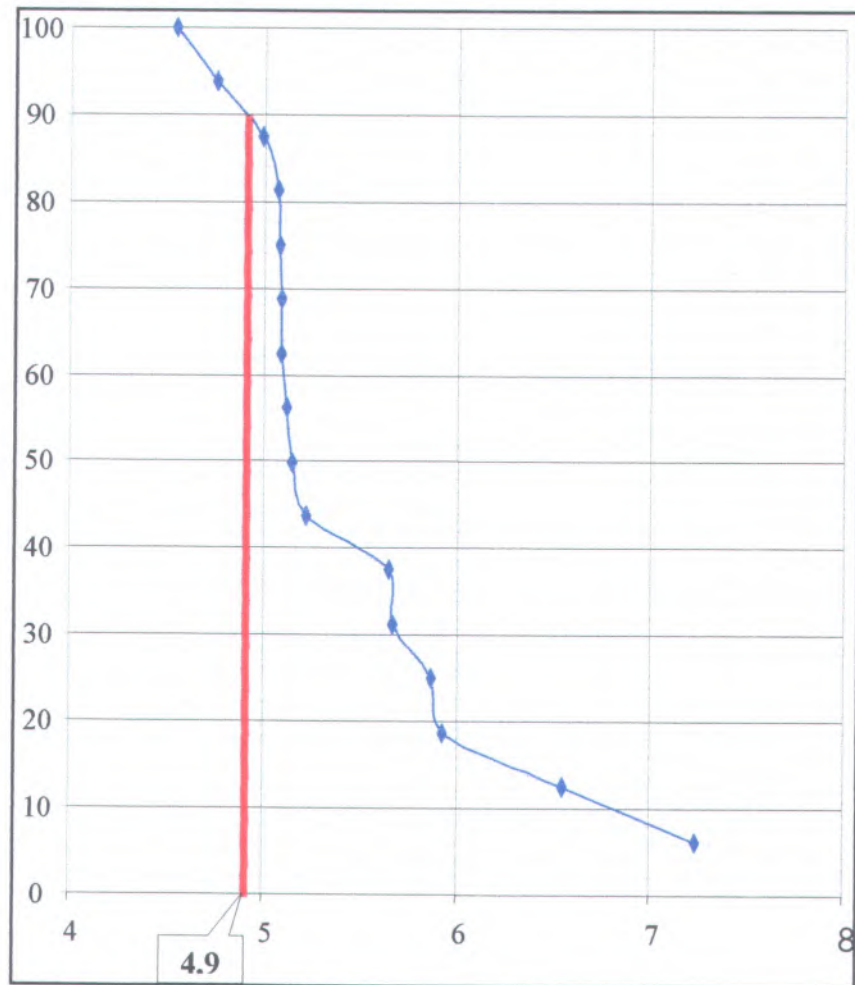
Gambar. 4.2 Grafik Kurva basis

4.3.5 Data CBR

Dalam perencanaan peningkatan jalan, perlu diperhitungkan CBR rencana. Dimana CBR rencana didapat dari perhitungan secara grafis harga-harga CBR sebagaimana terlihat pada tabel 4.11 dan diplotkan pada gambar 4.3. Kemudian ditarik garis pada 90%, jadi nilai CBR rencana 4,9.

Tabel 4.11 Perhitungan CBR

| No | CBR | Jumlah titik yang sama atau lebih besar | Prosentase yang sama atau lebih besar % |
|----|------|---|---|
| 1 | 4,54 | 16 | $17/17 \times 100\% = 100,00$ |
| 2 | 4,75 | 15 | $16/17 \times 100\% = 93,75$ |
| 3 | 4,99 | 14 | $15/17 \times 100\% = 87,50$ |
| 4 | 5,07 | 13 | $14/17 \times 100\% = 81,25$ |
| 5 | 5,08 | 12 | $13/17 \times 100\% = 75,00$ |
| 6 | 5,09 | 11 | $12/17 \times 100\% = 68,75$ |
| 7 | 5,09 | 10 | $11/17 \times 100\% = 62,50$ |
| 8 | 5,12 | 9 | $10/17 \times 100\% = 56,25$ |
| 9 | 5,15 | 8 | $9/17 \times 100\% = 50,00$ |
| 10 | 5,22 | 7 | $8/17 \times 100\% = 43,75$ |
| 11 | 5,65 | 6 | $7/17 \times 100\% = 37,50$ |
| 12 | 5,67 | 5 | $6/17 \times 100\% = 31,25$ |
| 13 | 5,87 | 4 | $5/17 \times 100\% = 25,00$ |
| 14 | 5,93 | 3 | $4/17 \times 100\% = 18,75$ |
| 15 | 6,55 | 2 | $3/17 \times 100\% = 12,50$ |
| 16 | 7,24 | 1 | $2/17 \times 100\% = 6,25$ |



Gambar. 4.3 Grafik nilai CBR



1000 900 800 700 600 500 400 300 200 100 0

BAB V ANALISA PERHITUNGAN

5.1 Analisa Kapasitas

➤ **Sesudah di lebarkan (Ponco – Jatirogo)**

Pada ketentuan terhadap klasifikasi jalan (jalan kolektor 2 lajur 2 arah tak terbagi 2/2 UD), lebar jalur efektif adalah 7 m dan bahu jalan 1,5 m, (*Sumber MKJI 6-23 dan pengantar Rekayasa Jalan*). Untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan bagi pemakai jalan, maka jalan memerlukan pelebaran 0,5 m pada sisi kanan dan sisi kiri

a. Menentukan kapasitas dasar (C_0)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga tipe jalan tersebut, untuk jalan Ponco-Jatirogo Sta 151+000 – 154+000. Untuk Alinyemen vertikal :

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{Panjang Jalan}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}\Delta H_1 &= (\text{H KM } 151+000) - (\text{H KM } 151+500) \\ &= 71,950 - 57,688 = 14,262 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_2 &= (\text{H KM } 151+500) - (\text{H KM } 152+000) \\ &= 57,688 - 57,929 = -0,241 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_3 &= (\text{H KM } 152+000) - (\text{H KM } 152+500) \\ &= 57,929 - 65,150 = -7,221 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_4 &= (\text{H KM } 152+500) - (\text{H KM } 153+000) \\ &= 65,150 - 60,237 = 4,913 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_5 &= (\text{H KM } 153+000) - (\text{H KM } 153+500) \\ &= 60,273 - 56,916 = 3,357 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_6 &= (\text{H KM } 153+500) - (\text{H KM } 154+000) \\ &= 56,916 - 56,768 = 0,148 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{total}} &= \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 \\ &= 15,218 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{PanjangJalan}} = \frac{15,218m}{3km} = 5,073m / km$$

5,073 m/km < 10 m/km maka tipe medan **Datar**.

Untuk Alinyemen horisontal berdasarkan hasil survey dilapangan dan gambar long section, maka pada ruas jalan Ponco-Jatirogo sta 151+000 - 154+000 terdapat empat lengkung tepatnya KM 152+915, KM153+505, KM153+575, KM153+845.

$$\text{AlinyemenHorisontal} = \frac{\sum \Delta}{360} \times 2\pi \text{rad} / \sum \text{PanjangJalan}$$

$$\frac{(12 + 7 + 22 + 21)}{360} \times 2\pi \text{rad} / 3km = 0,361 \text{rad} / km$$

0,361 rad/km < 1,0 rad/km maka tipe medan **Datar**.

Berdasarkan perhitungan alinyemen vertikal dan alinyemen horisontal diatas dapat disimpulkan bawah medan jalan Ponco-Jatirogo ini mempunyai tipe alinyemen jalan datar dengan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD) pada tabel 2.2.

Dari Tabel 2.1 didapat nilai $C_0 = 3100$ smp/jam

- b. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw).

Dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2UD dengan lebar efektif jalur 7 meter didapat nilai $FC_w = 1$.

- c. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp).

➤ Arah Ponco - Jatirogo

$\frac{\text{LHR}_{2007} \text{ dari arah Ponco - Jatirogo} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$

$$= \frac{3191}{5690} \times 100\% = 56.81\% \approx 60\%$$

➤ Arah Jatirogo - Ponco

$\frac{\text{LHR}_{2007} \text{ dari arah Jatirogo - Ponco} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$

$$= \frac{2499}{5690} \times 100\% = 43.92\% \approx 40\%$$

Dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2UD dengan pemisah arah 60%-40% didapat $FC_{sp} = 0,94$.

d. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{sf})

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Ponco-Jatirogo dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 1,5 meter.

Dari tabel 2.8 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping sedang dan lebar bahu efektif $\leq 1,5$ m meter, didapat $FC_{sf} = 0,97$

e. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \\ &= 3100 \times 1.00 \times 0,94 \times 0,97 \\ &= 2914 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

f. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam (Q). Dari persamaan 2.5 didapatkan :

$$Q = \text{LHRT (tahun 2010)} \times k \times \text{emp}$$

➤ Awal umur rencana tahun 2010 (sesudah dilebarkan)

| | | | | | | | | |
|--------------------------|---|------|---|------|---|-----|------------|----------|
| Sepeda motor | = | 1551 | x | 0,11 | x | 0,5 | = | 85,31 |
| Sedan dan Jeep | = | 655 | x | 0,11 | x | 1,0 | = | 72,05 |
| Mobil Penumpang | = | 699 | x | 0,11 | x | 1,0 | = | 76,89 |
| Micro Truck | = | 528 | x | 0,11 | x | 1,0 | = | 58,08 |
| Bus kecil | = | 64 | x | 0,11 | x | 1,3 | = | 9,15 |
| Bus Besar | = | 20 | x | 0,11 | x | 1,5 | = | 3,3 |
| Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | = | 478 | x | 0,11 | x | 1,3 | = | 68,35 |
| Truck 2 as | = | 62 | x | 0,11 | x | 1,3 | = | 8,87 |
| Truck 3 as | = | 7 | x | 0,11 | x | 2,5 | = | 1,93+ |
| | | | | | | | ΣQ | = 383,93 |



Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2009}}{C}$$

$$= \frac{383,93}{2914} = 0,13$$

Syarat : DS < 0,75

: **0,13 < 0,75** (OK)

➤ Akhir umur rencana tahun 2020 (sebelum dilebarkan)

| | | | | |
|--|---|-------------------|---|--------|
| Sepeda motor | = | 1959 x 0,11 x 0,5 | = | 107,75 |
| Sedan dan Jeep | = | 1481 x 0,11 x 1,0 | = | 162,91 |
| Mobil Penumpang | = | 1673 x 0,11 x 1,0 | = | 184,03 |
| Micro Truck | = | 1245 x 0,11 x 1,0 | = | 136,95 |
| Bus kecil | = | 125 x 0,11 x 1,3 | = | 17,87 |
| Bus Besar | = | 51 x 0,11 x 1,5 | = | 8,41 |
| Truck 2 as ³ / ₄ | = | 997 x 0,11 x 1,3 | = | 142,57 |
| Truck 2 as | = | 160 x 0,11 x 1,3 | = | 22,88 |
| Truck 3 as | = | 16 x 0,11 x 2,5 | = | 4,4 |
| | | ΣQ | = | 787,77 |

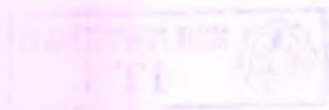
Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2009}}{C}$$

$$= \frac{787,77}{2914} = 0,27$$

Syarat : DS < 0,75

: **0,27 < 0,75** (OK)



**Tabel 5.1 Derajat Kejenuhan sesudah Dilebarkan
Ponco - Jatirogo**

| Tahun | Q | DS |
|-------|--------|------|
| 2010 | 383,92 | 0,13 |
| 2011 | 424,39 | 0,15 |
| 2012 | 464,86 | 0,16 |
| 2013 | 505,27 | 0,17 |
| 2014 | 545,38 | 0,19 |
| 2015 | 586,10 | 0,20 |
| 2016 | 626,43 | 0,21 |
| 2017 | 666,79 | 0,23 |
| 2018 | 707,20 | 0,24 |
| 2019 | 747,31 | 0,26 |
| 2020 | 787,78 | 0,27 |

➤ **Sesudah di lebarkan (Jatirogo - Ponco)**

Pada ketentuan terhadap klasifikasi jalan (jalan kolektor 2 lajur 2 arah tak terbagi 2/2 UD), lebar jalur efektif adalah 7 m dan bahu jalan 1,5 m, (*Sumber MKJI 6-23 dan pengantar Rekayasa Jalan*). Untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan bagi pemakai jalan, maka jalan memerlukan pelebaran 0,5 m pada sisi kanan dan sisi kiri

a. Menentukan kapasitas dasar (C_0)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga tipe jalan tersebut, untuk jalan Ponco-Jatirogo Sta 151+000 – 154+000. Untuk Alinyemen vertikal :

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{Panjang Jalan}} =$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= (H \text{ KM } 151+000) - (H \text{ KM } 151+500) \\ &= 71,950 - 57,688 = 14,262 \text{ m} \\ \Delta H_2 &= (H \text{ KM } 151+500) - (H \text{ KM } 152+000) \\ &= 57,688 - 57,929 = -0,241 \text{ m} \\ \Delta H_3 &= (H \text{ KM } 152+000) - (H \text{ KM } 152+500) \\ &= 57,929 - 65,150 = -7,221 \text{ m} \\ \Delta H_4 &= (H \text{ KM } 152+500) - (H \text{ KM } 153+000) \\ &= 65,150 - 60,237 = 4,913 \text{ m} \\ \Delta H_5 &= (H \text{ KM } 153+000) - (H \text{ KM } 153+500) \\ &= 60,273 - 56,916 = 3,357 \text{ m} \\ \Delta H_6 &= (H \text{ KM } 153+500) - (H \text{ KM } 154+000) \\ &= 56,916 - 56,768 = 0,148 \text{ m} \\ \Delta H_{\text{total}} &= \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 \\ &= 15,218 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{PanjangJalan}} = \frac{15,218}{3} = 5,073 \text{ m/km}$$

5,073 m/km < 10 m/km maka tipe medan **Datar**.

Untuk Alinyemen horisontal berdasarkan hasil survey dilapangan dan gambar long section, maka pada ruas jalan Ponco-Jatirogo sta 151+000 – 154+000 terdapat empat lengkung tepatnya KM 152+915, KM153+505, KM153+575, KM153+845.

$$\text{AlinyemenHorisontal} = \frac{\sum \Delta}{360} \times 2\pi \text{rad}$$

$$\frac{(12 + 7 + 22 + 21)}{360} \times 2\pi \text{rad} = 0,361 \text{ rad/km}$$

0,361 rad/km < 1,0 rad/km maka tipe medan **Datar**.

Berdasarkan perhitungan alinyemen vertikal dan alinyemen horisontal diatas dapat disimpulkan bawah medan jalan Ponco-Jatirogo ini mempunyai tipe alinyemen jalan datar dengan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD) pada tabel 2.2.

Dari Tabel 2.1 didapat nilai $C_0 = 3100$ smp/jam

- g. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw).

Dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2UD dengan lebar efektif jalur 7 meter didapat nilai $FC_w = 1$.

- h. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp).

- Arah Ponco - Jatirogo

$$\frac{\text{LHR}_{2007} \text{ dari arah Ponco - Jatirogo} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$$

$$= \frac{3191}{5690} \times 100\% = 56.81\% \approx 60\%$$

- Arah Jatirogo - Ponco

$$\frac{\text{LHR}_{2007} \text{ dari arah Jatirogo - Ponco} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$$

$$= \frac{2499}{5690} \times 100\% = 43.92\% \approx 40\%$$

Dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2UD dengan pemisah arah 60%-40% didapat $FC_{sp} = 0,94$.

- i. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Ponco-Jatirogo dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 1,5 meter.

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping sedang dan lebar bahu efektif $\leq 1,5$ m meter, didapat $FC_{sf} = 0,97$.

j. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \\ &= 3100 \times 1.00 \times 0,94 \times 0,97 \\ &= 2914 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

k. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam

(Q). Dari persamaan 2.5 didapatkan :

$$Q = LHRT (\text{tahun } 2010) \times k \times emp$$

➤ Awal umur rencana tahun 2010 (sesudah dilebarkan)

| | | | | | | | | |
|--------------------------|---|------|---|------|---|-----|------------|----------|
| Sepeda motor | = | 1470 | x | 0,11 | x | 0,5 | = | 80,85 |
| Sedan dan Jeep | = | 323 | x | 0,11 | x | 1,0 | = | 35,53 |
| Mobil Penumpang | = | 385 | x | 0,11 | x | 1,0 | = | 42,35 |
| Micro Truck | = | 308 | x | 0,11 | x | 1,0 | = | 33,88 |
| Bus kecil | = | 62 | x | 0,11 | x | 1,3 | = | 8,87 |
| Bus Besar | = | 8 | x | 0,11 | x | 1,5 | = | 1,32 |
| Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | = | 309 | x | 0,11 | x | 1,3 | = | 44,19 |
| Truck 2 as | = | 56 | x | 0,11 | x | 1,3 | = | 8,01 |
| Truck 3 as | = | 10 | x | 0,11 | x | 2,5 | = | 2,75+ |
| | | | | | | | ΣQ | = 247,75 |

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q_{2009}}{C} \\ &= \frac{247,75}{2914} = 0,09 \end{aligned}$$

Syarat : DS < 0,75

: **0,09 < 0,75** (OK)

➤ Akhir umur rencana tahun 2020 (sebelum dilebarkan)

| | | | | |
|--------------------------|---|-------------------|---|---------------------|
| Sepeda motor | = | 1756 x 0,11 x 0,5 | = | 96,58 |
| Sedan dan Jeep | = | 615 x 0,11 x 1,0 | = | 67,65 |
| Mobil Penumpang | = | 503 x 0,11 x 1,0 | = | 55,33 |
| Micro Truck | = | 637 x 0,11 x 1,0 | = | 70,07 |
| Bus kecil | = | 102 x 0,11 x 1,3 | = | 14,59 |
| Bus Besar | = | 20 x 0,11 x 1,5 | = | 3,30 |
| Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | = | 557 x 0,11 x 1,3 | = | 79,65 |
| Truck 2 as | = | 140 x 0,11 x 1,3 | = | 20,02 |
| Truck 3 as | = | 25 x 0,11 x 2,5 | = | 6,88 + |
| | | | | $\Sigma Q = 414,07$ |

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2009}}{C} = \frac{414,07}{2914} = 0,14$$

Syarat : DS < 0,75

: 0,14 < 0,75 (OK)

Tabel 5.2
Derajat Kejenuhan sesudah Dilebarkan Jatirogo-Ponco

| Tahun | Q | DS |
|-------|--------|------|
| 2010 | 246,74 | 0,09 |
| 2011 | 263,44 | 0,09 |
| 2012 | 282,57 | 0,10 |
| 2013 | 297,21 | 0,10 |
| 2014 | 313,67 | 0,11 |
| 2015 | 330,59 | 0,11 |
| 2016 | 347,02 | 0,12 |
| 2017 | 363,95 | 0,12 |
| 2018 | 380,79 | 0,13 |
| 2019 | 397,41 | 0,14 |
| 2020 | 414,06 | 0,14 |

Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Berdasarkan lalu lintas harian rata-rata tahun 2010 arah Ponco-Jatirogo:

a. LHR awal umur rencana (2010) sesuai Tabel 4.6

| | |
|----------------------------|------------|
| - Sedan dan Jeep | = 655 kend |
| - Mobil penumpang | = 699 kend |
| - Micro truck | = 528 kend |
| - Bus kecil | = 64 kend |
| - Bus besar | = 20 kend |
| - Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | = 478 kend |
| - Truck 2 as | = 62 kend |
| - Truck 3 as | = 7 kend |

b. LHR akhir umur rencana (2020) sesuai Tabel 4.6

| | |
|----------------------------|-------------|
| - Sedan dan Jeep | = 1481 kend |
| - Mobil penumpang | = 1673 kend |
| - Micro truck | = 1245 kend |
| - Bus kecil | = 125 kend |
| - Bus besar | = 51 kend |
| - Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | = 997 kend |
| - Truck 2 as | = 160 kend |
| - Truck 3 as | = 16 kend |

c. Angka ekivalen (E) sesuai Tabel 4.10

| | |
|----------------------------|----------|
| - Sedan dan Jeep | = 0,0004 |
| - Mobil penumpang | = 0,0004 |
| - Micro Truck | = 0,2174 |
| - Bus kecil | = 0,1100 |
| - Bus besar | = 0,3005 |
| - Truck 2 as $\frac{3}{4}$ | = 0,2174 |
| - Truck 2 as | = 5,0237 |
| - Truck 3 as | = 2,7416 |

d. Lintas ekivalen permulaan (LEP) (tahun 2010)

$$LEP = \sum_{j=1} LHR_j \times C_j \times E_j \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.7}$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.14

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Tabel 5.3 Lintas Ekuivalen Permulaan

| Jenis Kendaraan | LHR | C | E | LEP |
|-------------------|-----|-----|--------|----------|
| Sedan dan Jeep | 655 | 0,5 | 0,0004 | 0,131 |
| Mobil Penumpang | 699 | 0,5 | 0,0004 | 0,1398 |
| Micro truck | 528 | 0,5 | 0,2174 | 57,3936 |
| Bus Kecil | 64 | 0,5 | 0,1100 | 3,52 |
| Bus Besar | 20 | 0,5 | 0,3005 | 3,005 |
| Truck 2 Sumbu 3/4 | 478 | 0,5 | 0,2174 | 51,9586 |
| Truck 2 Sumbu | 62 | 0,5 | 5,0237 | 155,7347 |
| Truck 3 Sumbu | 7 | 0,5 | 2,7416 | 9,5956 |

Jumlah LEP = 281,478

e. Lintas ekivalen akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.8}$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.14

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Tabel 5.4 Lintas Ekuivalen Akhir

| Jenis Kendaraan | LHR | C | E | LEA |
|-------------------|------|-----|--------|---------|
| Sedan dan Jeep | 1481 | 0,5 | 0,0004 | 0,296 |
| Mobil Penumpang | 1673 | 0,5 | 0,0004 | 0,335 |
| Micro Truck | 1245 | 0,5 | 0,2174 | 135,332 |
| Bus Kecil | 125 | 0,5 | 0,1100 | 6,875 |
| Bus Besar | 51 | 0,5 | 0,3005 | 7,663 |
| Truck 2 Sumbu 3/4 | 997 | 0,5 | 0,2174 | 108,374 |
| Truck 2 Sumbu | 160 | 0,5 | 5,0237 | 401,896 |
| Truck 3 Sumbu | 16 | 0,5 | 2,7416 | 21,933 |

Jumlah LEA = 682,703

f. Lintas ekivalen tengah (LET) sesuai pers 2.9 :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{281,478 + 682,703}{2} = 481,091$$

g. Lintas ekivalen rencana (LER) sesuai pers 2.10 dan 2.11 :

$$FP = \frac{UR}{10} \longrightarrow LER = LET \times FP$$

$$FP = \frac{10}{10} = 1,0 \longrightarrow LER = 481,091 \times 1,0 = 481,091$$

h. Menentukan nilai Faktor Regional (FR)

Persentase kendaraan berat (>5 ton) untuk :

$$\begin{aligned} \text{➤ } LHR_{2010} &= \frac{jmlkend.berat}{jmltotal.kend} \times 100\% \\ &= \frac{1159}{2513} \times 100 = 46,12\% \\ &= 49,07\% \geq 30\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } LHR_{2019} &= \frac{jmlkend.berat}{jmltotal.kend} \times 100\% \\ &= \frac{2594}{5748} \times 100 = 45,13\% \\ &= 47,67\% \geq 30\% \end{aligned}$$

Kelandaian 8 %

Iklim untuk curah hujan rata-rata tahunan adalah < 900mm/th.

Dari tabel 2.15 : diperoleh FR = 1,5

i. Ipo (Indeks permukaan pada awal umur rencana)

Jenis lapis permukaan yang akan dipakai adalah LASTON MS 744. Dari tabel 2.16 didapat nilai Ipo 3,9 – 3,5.

j. IPt (Indeks permukaan pada akhir umur rencana)

Jalan Ponco – Jatirogo adalah jalan kolektor dengan LER = 481,091 . Dari Tabel 2.17 didapat nilai IPt = 2.

k. ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

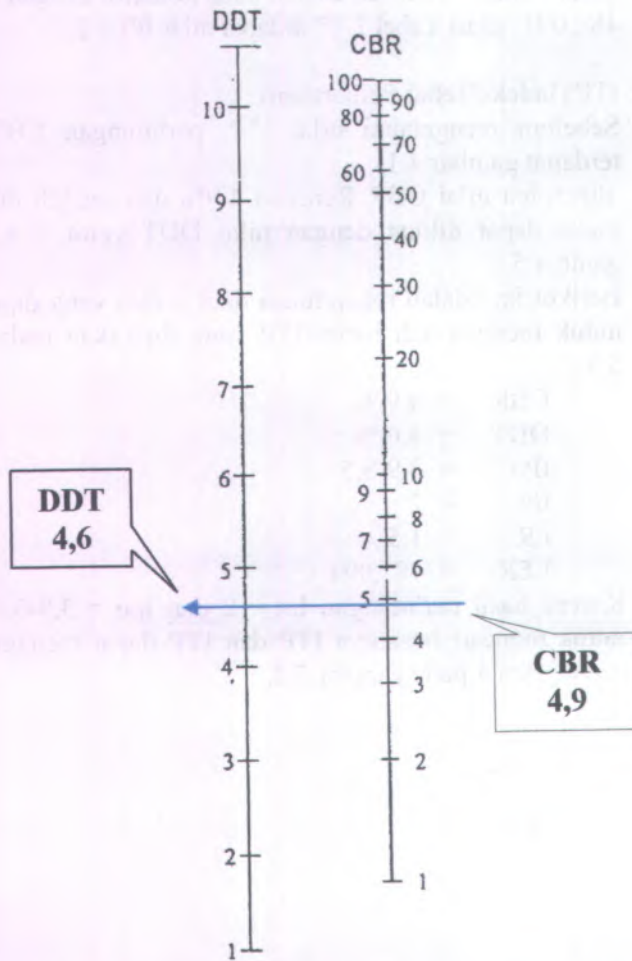
Sebelum mengetahui nilai ITP, perhitungan CBR yang terdapat gambar 4.11

diperoleh nilai CBR Rencana 4,9% dan setelah diketahui maka dapat dilihat dengan nilai DDT yaitu = 4,6. dari gambar 5.1.

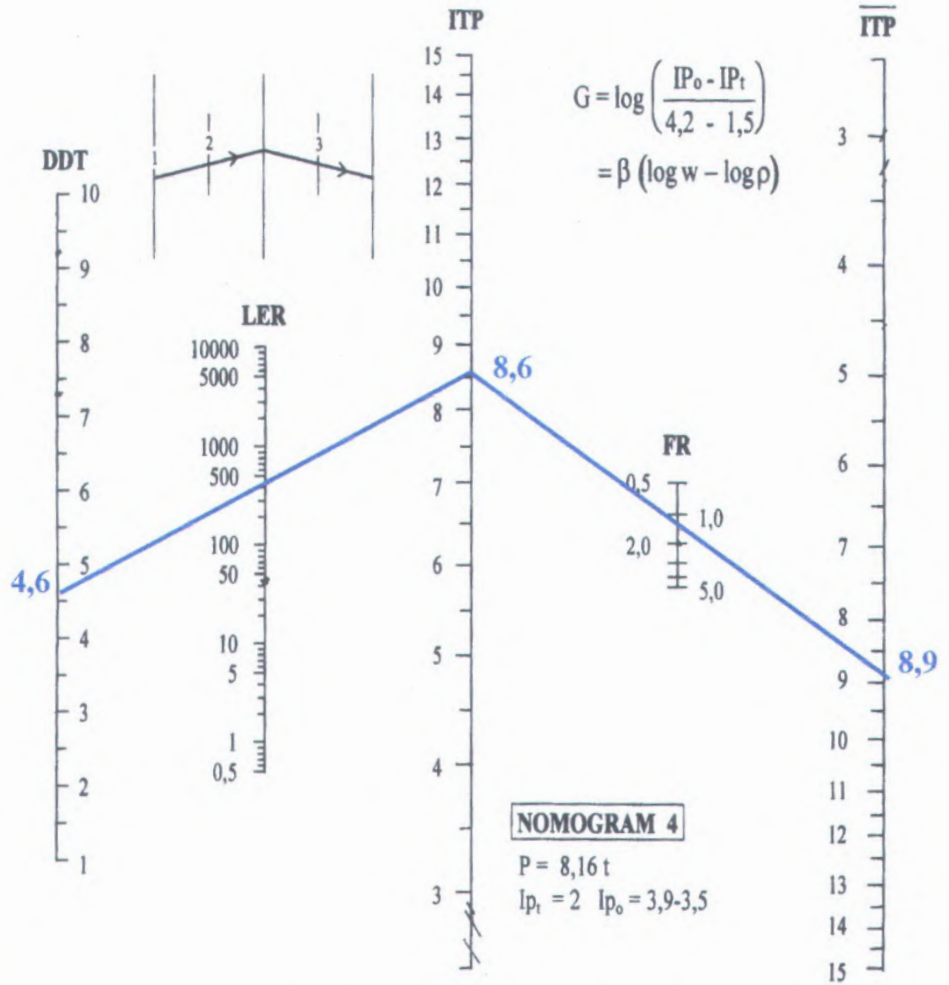
Berikut ini adalah rekapitulasi data – data yang diperlukan untuk memperoleh harga ITP yang diplotkan pada grafik 5.3.

| | |
|-----|-----------|
| CBR | = 4,9 % |
| DDT | = 4.6 % |
| IPo | = 3,9-3,5 |
| IPt | = 2 |
| FR | = 1,5 |
| LER | = 481,091 |

Karena hasil perhitungan $IPt = 2$ dan $IPo = 3,9-3,5$ maka untuk mencari besarnya ITP dan ITP dapat menggunakan nomogram 4 pada gambar 5.2.



Gambar 5.1. Grafik korelasi Antara Nilai CBR & DDT



Gambar 5.2 Nomogram 4
Tebal Perkerasan Jalan

Dari gambar 5.2 diperoleh $ITP = 8,6$ dan $ITP = \overline{8,9}$.

1. Penentuan Tebal Perkerasan

- Jenis lapis perkerasan
 - Lapis permukaan I LASTON (MS 744)
 - Lapisan pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 90%)
 - Lapisan pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 50%)
- Koefisien kekuatan relatif
Diperoleh dari tabel 2.16.
 - Lapis permukaan (a_1) = 0,40
 - Lapis pondasi atas (a_2) = 0,14
 - Lapis pondasi bawah (a_3) = 0,12
- Batas tebal minimum tiap lapis perkerasan
Dari tabel 2.19 dan 2.20.
 - Lapis permukaan (D_1) = 7,5 cm
 - Lapis pondasi atas (D_2) = 20 cm
 - Lapis pondasi bawah (D_3) = dicari
 Dari persamaan 2.14 diperoleh.

$$\begin{aligned}
 ITP &= a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 \\
 8,9 &= (0,4 \times 7,5) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times D_3) \\
 8,9 &= 3 + 2,8 + (0,12 \times D_3) \\
 D_3 &= 25,8 \text{ cm} \rightarrow = 26 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

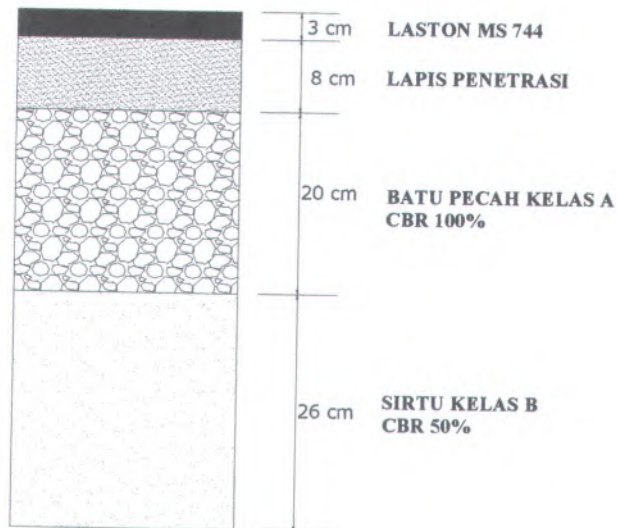
Jadi komposisi untuk tebal perkerasan adalah :

| | |
|-------------------------------|----------|
| AC LASTON MS 744 | = 7,5 cm |
| Batu Pecah Kelas A (CBR 100%) | = 20 cm |
| Sirtu kelas B (CBR 50%) | = 26 cm |

- ✓ Untuk menghemat biaya konstruksi dan mempermudah pelaksanaan dilapangan, maka susunan perkerasan dapat diubah tanpa mengurangi kekuatan konstruksi menjadi :
 - Lapis permukaan atas menggunakan lapis Ac Laston MS 744 setebal 3 cm.

- Sisa lapis permukaan atas 4,5 cm dikonversikan ke lapisan penetrasi.
- ✓ Konversi tebal Lastin MS 744 ke Lapis penetrasi sebagai berikut :
 - Koefisien kekuatan relatif Laston Ms 744 = 0,40
 - Koefisien kekuatan relatif lapis penetrasi = 0.23

$$4,5 \text{ cm Laston MS 744} \times \frac{0.40}{0.23} = 7,8 \text{ cm} \rightarrow 8 \text{ cm}$$



Gambar 5.3 Rencana Susunan Lapis Permukaan

5.2 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

Seperti yang telah dikerjakan dalam Sub Bab pengolahan data bawah hasil perhitungan Faktor Keseragaman (FK) digunakan untuk perhitungan tebal lapis tambahan dan diuraikan sebagai berikut :

Perhitungan prosentase kendaraan yang lewat ruas jalan yang direncanakan adalah 2 lajur 2 arah tak terbagi seperti dalam tabel 2.14. Koefisien distribusi kendaraan (C).

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Prosentase kendaraan yang lewat jalan adalah :

| Jenis Kendaraan | LHR | | C | Jml kend |
|-------------------|-----|---|-----|----------|
| Sedan dan Jeep | 655 | x | 0,5 | 327,5 |
| Mobil Penumpang | 699 | x | 0,5 | 349,5 |
| Micro Truck | 528 | x | 0,5 | 264 |
| Bus Kecil | 64 | x | 0,5 | 32 |
| Bus Besar | 20 | x | 0,5 | 10 |
| Truck 2 Sumbu 3/4 | 478 | x | 0,5 | 239 |
| Truck 2 Sumbu | 62 | x | 0,5 | 31 |
| Truck 3 Sumbu | 7 | x | 0,5 | 3,5 |

a. Perhitungan faktor umur rencana

Berdasarkan olah data Benkelman Beam didapat lendutan yang mewakili adalah $D = 1,46$ mm.

| Jenis Kendaraan | LHR | i |
|-----------------|-----|--------|
| Sedan dan Jeep | 655 | 0,1553 |
| Mobil Penumpang | 699 | 0,196 |
| Micro Truck | 528 | 0,1824 |
| Bus Kecil | 64 | 0,1001 |
| Bus Besar | 20 | 0,2925 |

| | | |
|-------------------|-----|--------|
| Truck 2 Sumbu 3/4 | 478 | 0,1205 |
| Truck 2 Sumbu | 62 | 0,3663 |
| Truck 3 Sumbu | 7 | 0,1485 |

Menghitung faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas.

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+R)^n + 2(1+R) \frac{(1+R^{n-1})-1}{R} \right]$$

➤ **Sedan dan Jeep**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,1553)^{10} + 2(1+0,1553) \frac{(1+0,1553^{0-1})-1}{0,1553} \right] = 22,45$$

➤ **Mobil Penumpang**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,196)^{10} + 2(1+0,196) \frac{(1+0,196^{0-1})-1}{0,196} \right] = 27,95$$

➤ **Micro Truck**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,1824)^{10} + 2(1+0,1824) \frac{(1+0,1824^{0-1})-1}{0,1824} \right] = 25,97$$

➤ **Bus Kecil**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,100)^{10} + 2(1+0,100) \frac{(1+0,100^{0-1})-1}{0,1001} \right] = 16,74$$

➤ **Bus Besar**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,2925)^{10} + 2(1+0,2925) \frac{(1+0,2925^{0-1})-1}{0,2925} \right] = 47,07$$

➤ **Truck 2as 3/4**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,1205)^{10} + 2(1+0,1205) \frac{(1+0,1205^{0-1})-1}{0,1205} \right] = 18,65$$

➤ **Truck 2as**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,3663)^{10} + 2(1 + 0,3663) \frac{(1 + 0,3663^{10-1}) - 1}{0,3663} \right] = 70,00$$

➤ **Truck 3as**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,1485)^{10} + 2(1 + 0,1485) \frac{(1 + 0,1485^{10-1}) - 1}{0,1485} \right] = 21,65$$

Faktor umur rencana (N) pada masing-masing jenis kendaraan

Tabel 5.5 Faktor Umur Rencana

| Jenis Kendaraan | R | UR | N |
|-----------------|--------|----|-------|
| Sedan dan Jeep | 0,1553 | 10 | 22,45 |
| Mobil Penumpang | 0,196 | 10 | 27,95 |
| Micro truck | 0,1824 | 10 | 25,97 |
| Bus Kecil | 0,1001 | 10 | 16,74 |
| Bus Besar | 0,2925 | 10 | 47,07 |
| Truck 2 as 3/4 | 0,1205 | 10 | 18,65 |
| Truck 2 as | 0,3663 | 10 | 70,00 |
| Truck 3 as | 0,1485 | 10 | 21,65 |

Perhitungan Unit Ekuivalen Beban Standar (UE 18 KSAL)

Sebelum perhitungan Akumulatif Ekuivalen Beban Standar (AE 18 KSAL) maka ditentukan terlebih dulu Unit Ekuivalen Beban Standar (UE 18 KSAL)

$$\text{UE 18 KSAL} = \text{LHR}_{\text{awal UR}} \times \% \text{ kend} \times E \times N$$

Prosentase kendaraan ringan dan kendaraan berat pada lajur rencana untuk jalan 2 lajur dan 2 jalur adalah 50% : 50% sesuai tabel 2.21.

| Jenis Kendaraan | LHR 2010 | % kend | E | N | UE 18 KSAL |
|-------------------|-------------|--------|---------------|---------------|-----------------|
| Sedan dan Jeep | 655 | 0,5 | 0,0004 | 22,45 | 2,94 |
| Mobil Penumpang | 699 | 0,5 | 0,0004 | 27,95 | 3,91 |
| Micro Truck | 528 | 0,5 | 0,2174 | 25,97 | 1490,59 |
| Bus Kecil | 64 | 0,5 | 0,11 | 16,74 | 58,94 |
| Bus Besar | 20 | 0,5 | 0,3005 | 47,07 | 141,44 |
| Truck 2 Sumbu 3/4 | 478 | 0,5 | 0,2174 | 18,65 | 969,08 |
| Truck 2 Sumbu | 62 | 0,5 | 5,0237 | 70,00 | 10900,76 |
| Truck 3 Sumbu | 7 | 0,5 | 0,5504 | 21,65 | 41,71 |
| Jumlah | 2513 | | 6,4202 | 273,81 | 13609,37 |

Sehingga didapatkan AE 18 KSAL sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{AE 18 KSAL} &= 365 \times \sum \text{UE 18 KSAL} \\
 &= 365 \times 13609,37 \\
 &= 4.967.420,05
 \end{aligned}$$

Lendutan Balik Yang diijinkan (\bar{D})

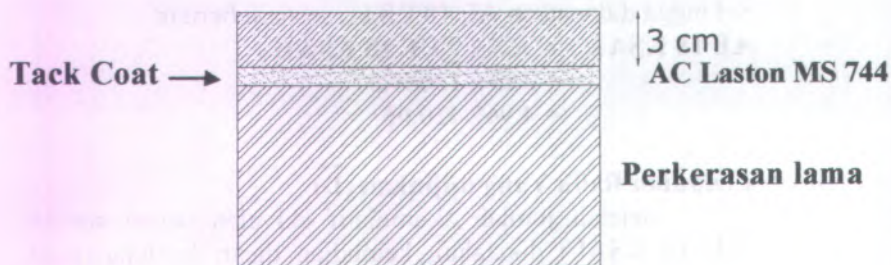
Setelah jumlah akumulatif ekivalen beban standar (AE 18 KSAL) diketahui, kemudian dicari lendutan balik yang diijinkan (D) dengan berdasarkan pada grafik lendutan yang diijinkan sebagaimana gambar 2.3. dari grafik lendutan balik yang diijinkan didapat nilai (\bar{D}) = 0,90 mm dengan mengplotkan gambar 5.5 didapat bawah perkerasan jalan belum membutuhkan overlay.

b. Perhitungan Tebal Lapisan Tambahan

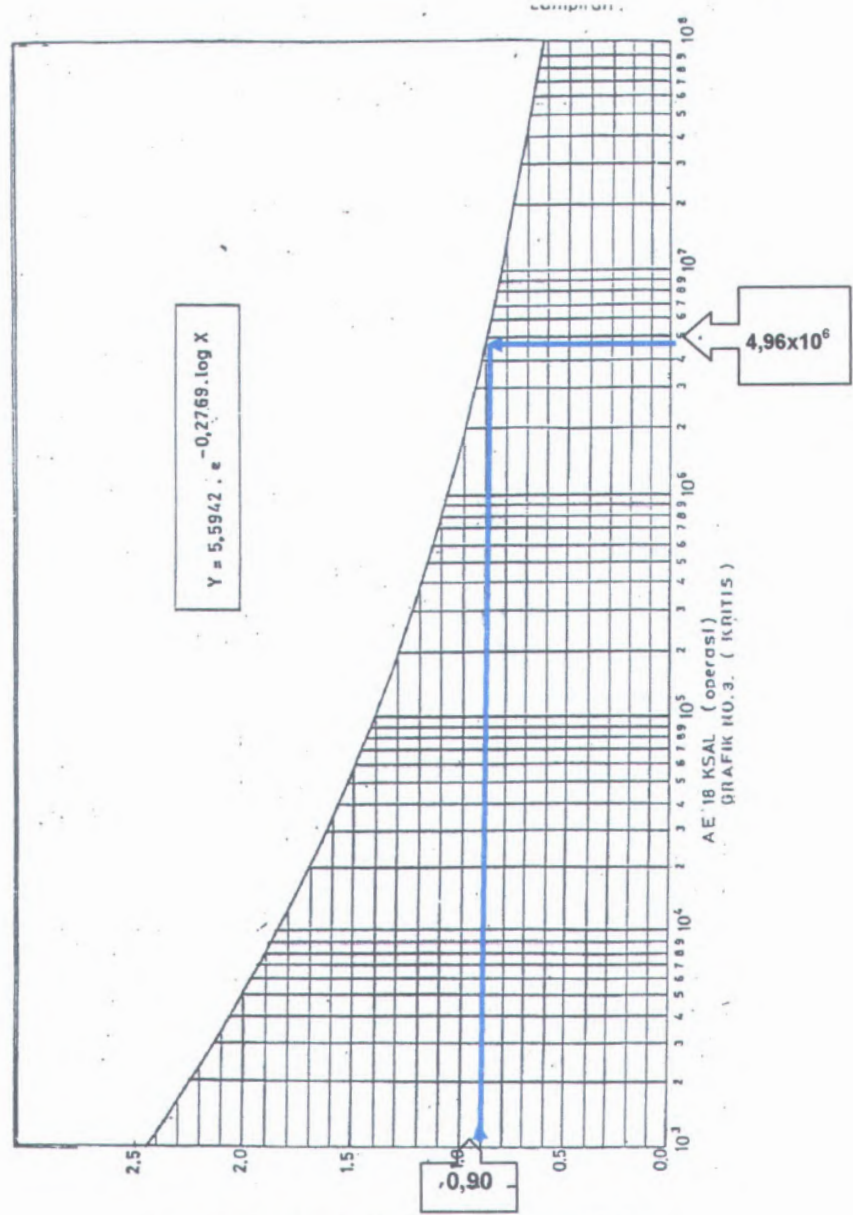
Perhitungan tebal lapisan tambahan ditentukan berdasarkan lendutan balik mewakili (D) = 1,43 mm dan lendutan balik yang diijinkan (\bar{D}) = 0,90 mm kemudiaan diplot ke grafik yang terdapat pada gambar 5.5 sehingga didapat

bawah jalan ini belum memerlukan lapis tambahan, tetapi ditinjau dari beberapa factor, maka pada ruas jalan tersebut memerlukan overlay. Faktor – faktor tersebut yaitu :

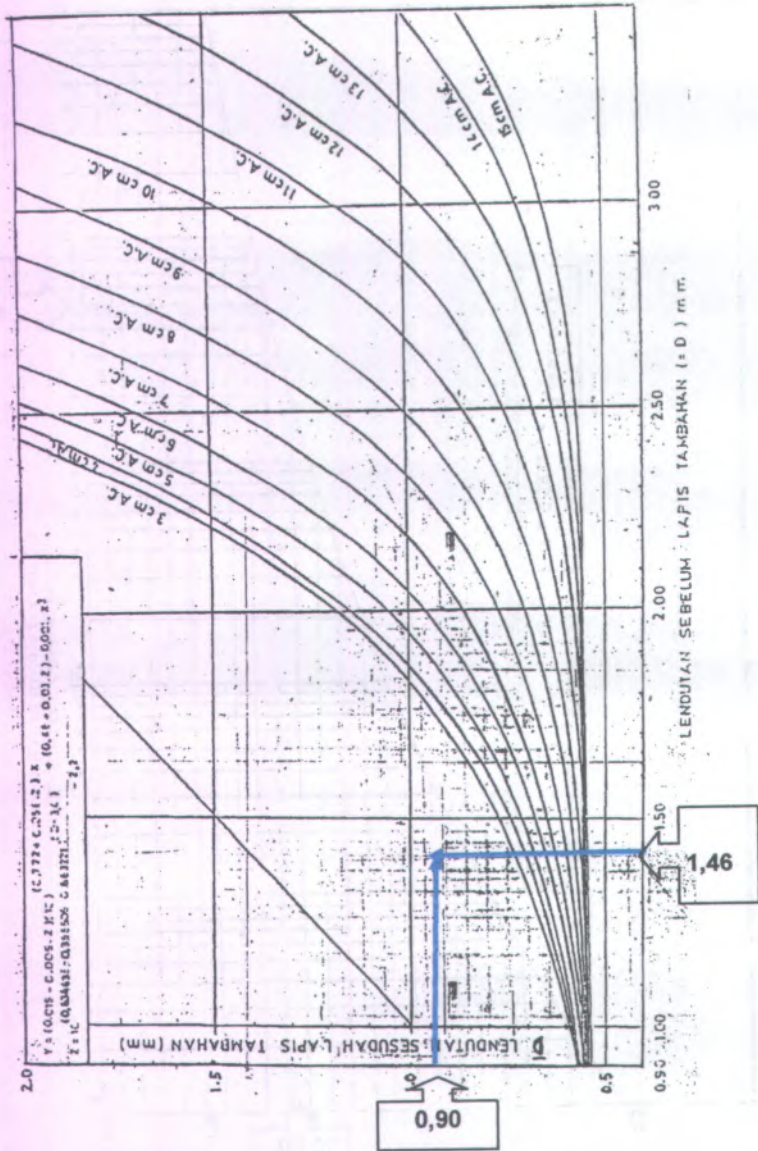
- Pada ruas jalan sudah mengalami retak – retak dan berlubang sehingga mempengaruhi tingkat kededapan air yang dapat membuat kerusakan pada badan jalan bertambah parah atau bertambah rusak, jika tidak ditambah sehingga mengurangi keamanan dan kenyamanan pemakai jalan.
- Untuk mendapat lebar jalur lalu lintas efektif sebesar 7 meter (PP.26 Tahun 1985). Oleh sebab itu diperlukan tebal lapis tambahan (overlay), untuk tebal lapis tambahan digunakan AC Laston MS 774 nilai minimum yang diambil dari grafik 5.5 adalah setebal 3 cm.



Gambar 5.4 Rencana Lapis Tambahan (overlay)



Gambar 5.5 Grafik Lendutan yang Dijinkan



Gambar 5.6 Grafik Tebal Perkerasan

5.3 Perhitungan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan raya perlu dipertimbangkan aspek kenyamanan. Untuk itu perlu dilakukan kontrol terhadap geometrik jalan yang direncanakan.

5.3.1 Alinyemen Horisontal

Untuk Alinyemen horisontal berdasarkan hasil survey dilapangan dan gambar long section, maka pada ruas jalan Ponco-Jatirogo sta 151+000 – 154+000 terdapat empat lengkung tepatnya KM 152+915, KM 153+505, KM 153+575, KM 153+845.

$$R_{\min} = \frac{V_r^2}{127 (e_{\max} + f)}$$

$$V = 60 \text{ km/jam}$$

$$e_{\max} = 0,1 \text{ (dari table 2.23)}$$

$$f_{\max} = 0,153 \text{ (dari table 2.23)}$$

$$R_{\min} = \frac{60^2}{127 (0,1 + 0,153)} = 112,04 \text{ m}$$

➤ PI – 23

$$\text{Sta} = 152+915$$

$$e = 0,80 \%$$

$$\Delta = 12,00$$

Lengkung peralihan (Ls) = 50m

Kecepatan rencana (Vr) adalah 60 km/jam

Jari-jari yang digunakan R = 200 m

Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut :

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (Tc)

$$Tc = Rc \times \tan\left(\frac{1}{2} \Delta\right)$$

$$= 200 \times \tan\left(\frac{1}{2} \cdot 12,00\right) = 21,02 \text{ m}$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c)

$$E_c = T_c \times \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$= 21,02 \times \tan \left(\frac{1}{4} \cdot 12,00 \right) = 1,10m$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = 0.01745 \times \Delta \times R_c$$

$$= 0.01745 \times 12.00 \times 200 = 41,88m$$

➤ PI - 25

$$\text{Sta} = 153+505$$

$$e = 0,80 \%$$

$$\Delta = 7,00$$

$$\text{Lengkung peralihan (Ls)} = 50m$$

Kecepatan rencana (V_r) adalah 60 km/jam

Jari-jari yang digunakan $R = 200 m$

Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut :

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus sebagian lengkung (T_c)

$$T_c = R_c \times \tan \left(\frac{1}{2} \Delta \right)$$

$$= 200 \times \tan \left(\frac{1}{2} \cdot 7 \right) = 12,23m$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c)

$$E_c = T_c \times \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$= 12,23 \times \tan \left(\frac{1}{4} \cdot 7,00 \right) = 0,38m$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = 0.01745 \times \Delta \times R_c$$

$$= 0.01745 \times 7.00 \times 200 = 24,43m$$

➤ PI - 26

$$\text{Sta} = 153+575$$

$$e = 0,98 \%$$

$$\Delta = 22,00$$

$$\text{Lengkung peralihan (Ls)} = 60\text{m}$$

Kecepatan rencana (V_r) adalah 60 km/jam

Jari-jari yang digunakan $R = 125 \text{ m}$

Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut :

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (T_c)

$$T_c = R_c \times \tan\left(\frac{1}{2} \Delta\right)$$

$$= 125 \times \tan\left(\frac{1}{2} \cdot 22\right) = 24,30\text{m}$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c)

$$E_c = T_c \times \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$= 24,30 \times \tan\left(\frac{1}{4} \cdot 22,00\right) = 2,34\text{m}$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = 0.01745 \times \Delta \times R_c$$

$$= 0.01745 \times 22.00 \times 125 = 47,99\text{m}$$

➤ PI - 28

$$\text{Sta} = 153+845$$

$$e = 0,98 \%$$

$$\Delta = 21,00$$

$$\text{Lengkung peralihan (Ls)} = 60\text{m}$$

Kecepatan rencana (V_r) adalah 60 km/jam

Jari-jari yang digunakan $R = 125 \text{ m}$

Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut :

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (T_c)

$$T_c = R_c \times \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right)$$

$$= 125 \times \tan\left(\frac{1}{2} \cdot 21\right) = 23,17m$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c)

$$E_c = T_c \times \tan\frac{1}{4}\Delta$$

$$= 23,17 \times \tan\left(\frac{1}{4} \cdot 21,00\right) = 2,13m$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = 0.01745 \times \Delta \times R_c$$

$$= 0.01745 \times 21.00 \times 125 = 45,81m$$

5.3.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertikal. Kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri. Dalam perencanaan jalan Ponco – JatirogoKM 151+000 – 154+000 diperlukan data-data yang dapat mendukung proses pengklasifikasian untuk menentukan jenis lengkungan, jenis lengkungan pada jalan ini terdapat dua jenis yaitu :

1. Lengkung Cembung
2. Lengkung Cekung

a. Alinyemen Vertikal Cembung

➤ Sta 151+000 – 151+100

| | |
|----------|-------------|
| Vrencana | : 60 km/jam |
| Jh | : 75 m |
| Jd | : 350 m |
| Elevasi | : 72,449 |

- STA PPV = 151+050 EL = 72,449
- STA _{sebelum} = 151+000 EL = 72,100
- STA _{sesudah} = 151+100 EL = 71,347
- $g_1 = \frac{(elevasi\ PPV - elevasi\ sebelum)}{(STA\ PPV - STA_{sebelum})} \times 100\%$
 $g_1 = \frac{(72,449 - 72,100)}{((151 + 050) - (151 + 000))} \times 100\% = 0,698\%$
- $g_2 = \frac{(elevasi\ sesudah - elevasi\ PPV)}{(STA_{sesudah} - STA\ PPV)} \times 100\%$
 $g_2 = \frac{(71,347 - 72,449)}{((151 + 100) - (151 + 050))} \times 100\% = -2,204\%$

$$g_1 = 0,698 \%$$

$$g_2 = -2,204 \%$$

$$A = g_1 - g_2$$

$$= 0,698 - (-2,204 \%) = 2,903 \%$$

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

- Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = \frac{AS^2}{399} \rightarrow L = \frac{2,903 \times 75^2}{399} \rightarrow L = 40,912 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S < L$

Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = \frac{AS^2}{960} \rightarrow L = \frac{2,903 \times 350^2}{960} \rightarrow L = 370,307 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S < L$

- Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung ($S > L$).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = 2S - \frac{399}{A} \rightarrow L = 2 \times 75 - \frac{399}{2,903} \rightarrow L = 12,56 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S > L$

- Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = 2S - \frac{960}{A} \rightarrow L = 2 \times 350 - \frac{960}{2,903} \rightarrow L = 366,31 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S > L$

- Perhitungan Elevasi Vertikal (E_v)

$$E_v = \frac{A \cdot L}{800}$$

$$E_v = \frac{2,903\% \times 370,307 \text{ m}}{800} = 0,0134 \text{ m}$$

- Perhitungan elevasi PPV'

$$\begin{aligned} \text{EL PPV}' &= \text{EL PPV} - E_v \\ &= 72,449 - 0,0134 \\ &= 72,436 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Sta 151+800 – 151+900

Vrencana : 60 km/jam

Jh : 75 m

Jd : 350 m

Elevasi : 57,011

- STA PPV = 151+850 EL = 57,011

- STA _{sebelum} = 151+800 EL = 55,835

- STA _{sesudah} = 151+900 EL = 56,228

- $g_1 = \frac{(\text{elevasi PPV} - \text{elevasi}_{\text{sebelum}})}{(\text{STA PPV} - \text{STA}_{\text{sebelum}})} \times 100\%$

$$g_1 = \frac{(57,011 - 55,835)}{((151 + 850) - (151 + 800))} \times 100\% = 2,352\%$$

$$g_2 = \frac{(\text{elevasi}_{\text{sesudah}} - \text{elevasi PPV})}{(STA_{\text{sesudah}} - STA_{\text{PPV}})} \times 100\%$$

$$g_2 = \frac{(56,228 - 57,011)}{((151 + 900) - (151 + 850))} \times 100\% = -1,566\%$$

$$g_1 = 2,352 \%$$

$$g_2 = -1,566 \%$$

$$A = g_1 - g_2$$

$$= 2,352 \% - (-1,566 \%) = 3,918 \%$$

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

- Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = \frac{AS^2}{399} \rightarrow L = \frac{3,918 \times 75^2}{399} \rightarrow L = 55,24 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S < L$

Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = \frac{AS^2}{960} \rightarrow L = \frac{3,918 \times 350^2}{960} \rightarrow L = 499,95 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S < L$

- Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung ($S > L$).

Berdasarkan jarak pandang henti.

$$L = 2S - \frac{399}{A} \rightarrow L = 2 \times 75 - \frac{399}{3,918} \rightarrow L = 48,16 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S > L$

- Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = 2S - \frac{960}{A} \rightarrow L = 2 \times 350 - \frac{960}{3,918} \rightarrow L = 454,98 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S > L$

- Perhitungan Elevasi Vertikal (E_v)

$$E_v = \frac{A \cdot L}{800}$$

$$E_v = \frac{3,918\% \times 499,953 \text{ m}}{800} = 0,0245 \text{ m}$$

- Perhitungan elevasi PPV

$$\begin{aligned} \text{EL PPV}' &= \text{EL PPV} - E_v \\ &= 57,011 - 0,0245 \\ &= 56,987 \text{ m} \end{aligned}$$

- Sta 152+300 – 152+400

Vrencana : 60 km/jam

Jh : 75 m

Jd : 350 m

Elevasi : 72,374

- STA PPV = 152+350 EL = 72,374
- STA sebelum = 152+300 EL = 70,692
- STA sesudah = 152+400 EL = 71,901

$$g_1 = \frac{(\text{elevasi PPV} - \text{elevasi}_{\text{sebelum}})}{(\text{STA PPV} - \text{STA}_{\text{sebelum}})} \times 100\%$$

$$g_1 = \frac{(72,374 - 70,692)}{((152 + 350) - (152 + 300))} \times 100\% = 3,364\%$$

$$g_2 = \frac{(\text{elevasi}_{\text{sesudah}} - \text{elevasi PPV})}{(\text{STA}_{\text{sesudah}} - \text{STA PPV})} \times 100\%$$

- Perhitungan Elevasi Vertikal (E_v)

$$E_v = \frac{A.L}{800}$$

$$E_v = \frac{4,31\% \times 549,974 \text{ m}}{800} = 0,0296 \text{ m}$$

- Perhitungan elevasi PPV'

$$\begin{aligned} \text{EL PPV}' &= \text{EL PPV} - E_v \\ &= 72,374 - 0,0245 \\ &= 72,344 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Sta 153+050 – 153+150

Vrencana : 60 km/jam

Jh : 75 m

Jd : 350 m

Elevasi : 62,384

- STA PPV = 153+100 EL = 62,384

- STA sebelum = 153+050 EL = 61,212

- STA sesudah = 153+150 EL = 61,900

- $g_1 = \frac{(\text{elevasi PPV} - \text{elevasi}_{\text{sebelum}})}{(\text{STA PPV} - \text{STA}_{\text{sebelum}})} \times 100\%$

$$g_1 = \frac{(62,384 - 61,212)}{((153 + 100) - (153 + 050))} \times 100\% = 2,344\%$$

- $g_2 = \frac{(\text{elevasi}_{\text{sesudah}} - \text{elevasi PPV})}{(\text{STA}_{\text{sesudah}} - \text{STA PPV})} \times 100\%$

$$g_2 = \frac{(61,900 - 62,384)}{((153 + 150) - (153 + 100))} \times 100\% = -0,968\%$$

$$g_1 = 2,344 \%$$

$$g_2 = -0,968 \%$$

$$A = g_1 - g_2$$

$$= 2,344 \% - (-0,968 \%) = 3,312 \%$$

$$g_2 = \frac{(71,901 - 72,374)}{((152 + 400) - (152 + 350))} \times 100\% = -0,946\%$$

$$\begin{aligned} g_1 &= 3,364 \% \\ g_2 &= -0,946 \% \\ A &= g_1 - g_2 \\ &= 3,364 - (-0,946) = 4,31 \% \end{aligned}$$

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

- Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = \frac{AS^2}{399} \rightarrow L = \frac{4,31 \times 75^2}{399} \rightarrow L = 60,761 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S < L$

Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = \frac{AS^2}{960} \rightarrow L = \frac{4,31 \times 350^2}{960} \rightarrow L = 549,97 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S < L$

- Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung ($S > L$).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = 2S - \frac{399}{A} \rightarrow L = 2 \times 75 - \frac{399}{4,31} \rightarrow L = 57,42 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S > L$

- Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = 2S - \frac{960}{A} \rightarrow L = 2 \times 350 - \frac{960}{4,31} \rightarrow L = 477,26 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S > L$

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

- Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = \frac{AS^2}{399} \rightarrow L = \frac{3,312 \times 75^2}{399} \rightarrow L = 46,69 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S < L$

Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = \frac{AS^2}{960} \rightarrow L = \frac{3,312 \times 350^2}{960} \rightarrow L = 422,625 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S < L$

- Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung ($S > L$).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = 2S - \frac{399}{A} \rightarrow L = 2 \times 75 - \frac{399}{3,312} \rightarrow L = 29,53 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S > L$

- Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = 2S - \frac{960}{A} \rightarrow L = 2 \times 350 - \frac{960}{3,312} \rightarrow L = 410,15 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S > L$

- Perhitungan Elevasi Vertikal (E_v)

$$E_v = \frac{A.L}{800}$$

$$E_v = \frac{3,312\% \times 422,625 \text{ m}}{800} = 0,0175 \text{ m}$$



- Perhitungan elevasi PPV'

$$\begin{aligned} \text{EL PPV}' &= \text{EL PPV} - E_v \\ &= 62,384 - 0,0175 \\ &= 62,367 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Alinyemen Vertikal Cekung

➤ Sta 151+550 – 151+650

Vrencana : 60 km/jam

Jh : 75 m

Jd : 350 m

Elevasi : 55,665

- STA PPV = 151+600 EL = 55,665

- STA_{sebelum} = 151+550 EL = 57,056

- STA_{sesudah} = 151+650 EL = 55,646

- $g_1 = \frac{(\text{elevasi PPV} - \text{elevasi}_{\text{sebelum}})}{(\text{STA PPV} - \text{STA}_{\text{sebelum}})} \times 100\%$

$$g_1 = \frac{(55,665 - 57,056)}{((151 + 600) - (151 + 550))} \times 100\% = -2,782\%$$

- $g_2 = \frac{(\text{elevasi}_{\text{sesudah}} - \text{elevasi PPV})}{(\text{STA}_{\text{sesudah}} - \text{STA PPV})} \times 100\%$

$$g_2 = \frac{(55,646 - 55,665)}{((151 + 650) - (151 + 600))} \times 100\% = -0,038\%$$

g1 = -2,782 %

g2 = -0,038 %

A = g1 - g2

$$= -2,782 - (-0,038 \%) = -2,744 \%$$

Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $< L$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \rightarrow L = \frac{-2,744 \times 75^2}{120 + 3.50 \times 75}$$

$$\rightarrow L = -40,353 \text{ m}$$

Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $> L$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A} \rightarrow L = 2 \times 75 - \frac{120 + 3.50 \times 75}{-2,744}$$

$$\rightarrow L = 289,395 \text{ m}$$

- Perhitungan Elevasi Vertikal (E_v)

$$E_v = \frac{A.L}{800}$$

$$E_v = \frac{-2,744\% \times 289,395 \text{ m}}{800} = -0,0099 \text{ m}$$

- Perhitungan elevasi PPV'

$$\begin{aligned} \text{EL PPV}' &= \text{EL PPV} - E_v \\ &= 55,665 - (-0,0099) \\ &= 55,657 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Sta 152+800 – 152+850

Vrencana : 60 km/jam

Jh : 75 m

Jd : 350 m

Elevasi : 56,240

- STA PPV = 152+823 EL = 56,240
- STA sebelum = 152+800 EL = 56,276
- STA sesudah = 152+850 EL = 56,470

$$g_1 = \frac{(elevasi_{PPV} - elevasi_{sebelum})}{(STA_{PPV} - STA_{sebelum})} \times 100\%$$

$$g_1 = \frac{(56,240 - 56,276)}{((152 + 823) - (152 + 800))} \times 100\% = -1,157\%$$

$$g_2 = \frac{(elevasi_{sesudah} - elevasi_{PPV})}{(STA_{sesudah} - STA_{PPV})} \times 100\%$$

$$g_2 = \frac{(56,470 - 56,240)}{((152 + 850) - (152 + 823))} \times 100\% = 0,852\%$$

$$g_1 = -1,157\%$$

$$g_2 = 0,852\%$$

$$A = g_1 - g_2$$

$$= -1,157 - 0,852\% = -2,009\%$$

Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $< L$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \rightarrow L = \frac{-2,009 \times 75^2}{120 + 3.50 \times 75}$$

$$\rightarrow L = -29,544 \text{ m}$$

Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $> L$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A} \rightarrow L = 2 \times 75 - \frac{120 + 3.50 \times 75}{-2,009}$$

$$\rightarrow L = 340,393 \text{ m}$$

- Perhitungan Elevasi Vertikal (Ev)

$$Ev = \frac{A.L}{800}$$

$$E_v = \frac{-2,009\% \times 340,393 \text{ m}}{800} = -0,0085 \text{ m}$$

- Perhitungan elevasi PPV'

$$\begin{aligned} \text{EL PPV}' &= \text{EL PPV} - E_v \\ &= 56,240 - (-0,0085) \\ &= 56,249 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Sta 153+250 – 153+350

Vrencana : 60 km/jam

Jh : 75 m

Jd : 350 m

Elevasi : 56,434

- STA PPV = 153+300 EL = 56,434
- STA_{sebelum} = 153+250 EL = 57,646
- STA_{sesudah} = 153+350 EL = 56,062

$$g_1 = \frac{(\text{elevasi PPV} - \text{elevasi}_{\text{sebelum}})}{(\text{STA PPV} - \text{STA}_{\text{sebelum}})} \times 100\%$$

$$g_1 = \frac{(56,434 - 57,646)}{((153 + 300) - (153 + 250))} \times 100\% = -2,424\%$$

$$g_2 = \frac{(\text{elevasi}_{\text{sesudah}} - \text{elevasi PPV})}{(\text{STA}_{\text{sesudah}} - \text{STA PPV})} \times 100\%$$

$$g_2 = \frac{(56,062 - 56,434)}{((153 + 350) - (153 + 300))} \times 100\% = -0,744\%$$

$$g_1 = -2,242 \%$$

$$g_2 = -0,744 \%$$

$$A = g_1 - g_2$$

$$= -2,242 - (-0,744 \%) = -1,498 \%$$

Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan < L

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \rightarrow L = \frac{-1,498 \times 75^2}{120 + 3.50 \times 75}$$

$$\rightarrow L = -22,029 \text{ m}$$

Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $> L$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A} \rightarrow L = 2 \times 75 - \frac{120 + 3.50 \times 75}{-1,498}$$

$$\rightarrow L = 405,340 \text{ m}$$

- Perhitungan Elevasi Vertikal (Ev)

$$Ev = \frac{A.L}{800}$$

$$Ev = \frac{-1,498\% \times 405,340 \text{ m}}{800} = -0,00759 \text{ m}$$

- Perhitungan elevasi PPV'

$$\begin{aligned} \text{EL PPV}' &= \text{EL PPV} - Ev \\ &= 56,434 - (-0,00759) \\ &= 56,443 \text{ m} \end{aligned}$$

5.4 Perencanaan Drainase

Pada sub ini akan dibahas tentang perhitungan perencanaan saluran drainase pada proyek Ponco – Jatirogo pada Km 151+000 – Km 154+000 dan hasilnya akan ditabelkan. Pada perencanaan drainase ini dibagi dalam dua perencanaan, pada Km 151+000 – Km 152+823 kondisi dilapangan banyak terdapat persawahan, dan pada Km 152+823 – 154+000 kondisi lapangan pemukiman yang tidak padat.

5.4.1 Perencanaan drainase pada Km 151+000 – 152+823

Pada perencanaan drainase ini dibagi dalam dua perencanaan, pada Km 151+000 – Km 152+823 kondisi dilapangan banyak terdapat persawahan dan rerumputan

► Perhitungan Drainase

a. Perhitungan waktu kosentrasi (T_c)

L_1 = permukaan jalan aspal kemiringan 2%, lebar 3,5 m.

L_2 = bahu jalan kemiringan 4%, lebar 1,5 m.

L_3 = Bagian Luar Jalan 0,06%, lebar 100 m

Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan (nd).

$$\text{nd perkerasan} = 0,013$$

$$\text{nd bahu jalan} = 0,20$$

$$\text{nd luar jalan} = 0,40$$

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots(\text{pers. 2.28})$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \frac{\text{nd}}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.29})$$

$$\begin{aligned} t_1 \text{ perkerasan} &= t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0.167} \\ &= 0,943 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_1 \text{ bahu jalan} &= t_2 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right)^{0.167} \\ &= 1,219 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_1 \text{ luar jalan} &= t_3 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times \frac{0,40}{\sqrt{0,006}} \right)^{0.167} \\ &= 3,234 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_1 &= 0,943 \text{ menit} + 1,219 \text{ menit} + 3,234 \text{ menit} \\ &= 5,396 \text{ menit} \end{aligned}$$

t_2 dikarenakan awal saluran dianggap 0.

$$t_2 = 0$$

$$T_c = 5,396 \text{ menit} + 0 \text{ menit}$$

$$T_c = 5,396 \text{ menit}$$

b. Perhitungan Intensitas Hujan

Hasil perhitungan T_c diplotkan pada kurva basisi didapatkan curah hujan rencana $I = 190 \text{ mm/jam}$.

c. Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

$$C_1 = \text{perkerasan jalan} = 0,70 \text{ (jalan aspal)}$$

$$C_2 = \text{bahu jalan} = 0,40 \text{ (tanah berbutir halus)}$$

$$C_3 = \text{Bagian Luar jalan} = 0,70$$

$$A_1 = \text{perkerasan jalan} = 3,5 \text{ m} \times 50 = 175 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \text{bahu jalan} = 1,5 \text{ m} \times 50 = 75 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \text{luar jalan} = 100 \text{ m} \times 50 = 5000 \text{ m}^2$$

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3}, \quad \dots\dots\dots(\text{pers. 2.33})$$

$$C = \frac{(0,70 \times 175) + (0,40 \times 75) + (0,7 \times 5000)}{175 + 75 + 5000}$$

$$C = 0,696$$

d. Perhitungan Debit air (Q)

$$A = 175 + 75 + 5000 = 5250 \text{ m}^2 = 0,00525 \text{ km}^2$$

$$C = 0,61$$

$$I = 190 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} CxIx A \quad \dots\dots\dots(\text{pers. 2.34})$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,696 \times 190 \times 0,00525$$

$$Q = 0,193 \text{ m}^3/\text{detik}$$

e. Analisa perhitungan dimensi saluran

- o Luas penampang basah (Fd)

$$Fd = \frac{Q}{V}$$

$$Fd = \frac{0,193}{0,6} = 0,107 \text{ m}^2$$

- Tinggi saluran yang tergenang air (d)

Syarat :

$$b = 2d$$

$$\begin{aligned} Fd &= b \times d \\ &= 2d \times d \\ &= 2d^2 \end{aligned}$$

$$d = \sqrt{\frac{Fd}{2}} = \sqrt{\frac{0,107}{2}} = 0,23 \text{ m}$$

- Tinggi jagaan (W)

$$W = \sqrt{0,5d}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times 0,23} = 0,34 \text{ m}$$

- Tinggi saluran keseluruhan (d_{total})

$$d_{\text{total}} = d + W$$

$$d_{\text{total}} = 0,23 + 0,34 = 0,57 \text{ m} = 0,60 \text{ m}$$

Jadi tinggi saluran yang digunakan adalah 30 cm

- Lebar saluran (b)

$$b = 2d$$

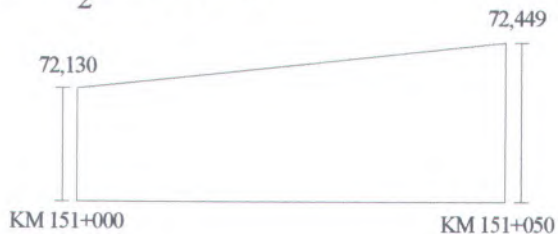
$$b = 2 \times 0,23 = 0,46 \text{ m} = 0,50 \text{ m}$$

Jadi lebar saluran yang digunakan adalah 0,50 m

- Jari – jari hidrolis (R)

$$R = \frac{d}{2}$$

$$R = \frac{0,23}{2} = 0,115 \text{ m}$$



- Kontrol kemiringan (i)

- $i_{lapangan}$

$$t_1 = 72,130 \text{ m}$$

$$t_2 = 72,479 \text{ m}$$

$$i_{lapangan} = \frac{t_1 - t_2}{p} \times 100\%$$

$$i_{lapangan} = \frac{72,130 - 72,479}{50} \times 100\% = -0,698\%$$

Karena t_1 lebih kecil dari t_2 , maka arah aliran air kearah timur.

- Kontrol kecepatan aliran (V)

$$V_{ijin} = 1,8 \text{ m/detik}$$

$$V_{endap} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$V_{endap} = \frac{1}{0,02} \times 0,115^{2/3} \times 0,698^{1/2} = 1,79 \text{ m / det}$$

$$V_{ijin_{min}} \leq V_{endapan} \leq V_{ijin_{maks}}$$

$$0,60 \text{ m/detik} \leq 1,79 \text{ m/detik} \leq 1,80 \text{ m/detik (OK)}$$

Untuk hasil perhitungan drainase pada Km 151+000 – 151+823 akan, disajikan dalam bentuk tabel. Sebagai berikut :

Tabel 5.6 Waktu Kosentrasi

| Saluran | Panjang | t1 | t2 | Tc |
|-------------------|---------|-----------|----------|-----------|
| 151+000 - 151+050 | 50 m | 5,397 mnt | 0,00 mnt | 5,397 mnt |
| 151+050 - 151+100 | 50 m | 5,397 mnt | 0,00 mnt | 5,397 mnt |
| 151+100 - 151+250 | 150 m | 5,397 mnt | 0,46 mnt | 5,860 mnt |
| 151+250 - 151+350 | 100 m | 5,397 mnt | 1,39 mnt | 6,786 mnt |
| 151+350 - 151+400 | 50 m | 5,397 mnt | 0,93 mnt | 6,323 mnt |
| 151+400 - 151+650 | 250 m | 5,397 mnt | 0,46 mnt | 5,860 mnt |
| 151+650 - 151+850 | 200 m | 5,397 mnt | 0,00 mnt | 5,397 mnt |
| 151+850 - 152+350 | 500 m | 5,397 mnt | 0,00 mnt | 5,397 mnt |
| 152+350 - 152+400 | 50 m | 5,397 mnt | 0,00 mnt | 5,397 mnt |
| 152+400 - 152+550 | 150 m | 5,397 mnt | 0,46 mnt | 5,860 mnt |
| 152+550 - 152+823 | 273 m | 5,397 mnt | 1,39 mnt | 6,786 mnt |

Tabel 5.7 Koefisien Aliran

| Saluran | Jalan Aspal | | Bahu Jalan | | Bagian Luar Jalan | | C |
|-------------------|-------------|------------------------|------------|-------|-------------------|------------------------|------|
| | Lebar | Luas (m ²) | Lebar | | Lebar | Luas (m ²) | |
| 151+000 - 151+050 | 3,5 m | 175 | 1,5 m | 0,695 | 100 m | 5000 | 0,69 |
| 151+050 - 151+100 | | 175 | | 0,695 | | 5000 | 0,69 |
| 151+100 - 151+250 | | 525 | | 0,695 | | 15000 | 0,69 |
| 151+250 - 151+350 | | 350 | | 0,695 | | 10000 | 0,69 |
| 151+350 - 151+400 | | 175 | | 0,695 | | 5000 | 0,69 |
| 151+400 - 151+650 | | 875 | | 0,695 | | 25000 | 0,69 |
| 151+650 - 151+850 | | 700 | | 0,695 | | 20000 | 0,69 |
| 151+850 - 152+350 | | 1750 | | 0,695 | | 50000 | 0,69 |
| 152+350 - 152+400 | | 175 | | 0,695 | | 5000 | 0,69 |

| | | | | | | | |
|----------------------|--|-------|--|-------|--|-------|------|
| 152+400 - 152+550 | | 525 | | 0,695 | | 15000 | 0,69 |
| 152+550 - 152+823 | | 955,5 | | 0,695 | | 27300 | 0,69 |
| | | | | | | | |

Tabel 5.8 Debit Aliran

| Saluran | Panjang | I | Q (m ³ /s) | Qtotol (m ³ /s) |
|-------------------|---------|-----|-----------------------|----------------------------|
| 151+000 - 151+050 | 50 m | 190 | 0,19277 | 0,19277 |
| 151+050 - 151+100 | 50 m | | 0,19277 | 0,19277 |
| 151+100 - 151+250 | 150 m | | 0,57831 | 0,77108 |
| 151+250 - 151+350 | 100 m | | 0,38554 | 1,15663 |
| 151+350 - 151+400 | 50 m | | 0,19277 | 1,34940 |
| 151+400 - 151+650 | 250 m | | 0,96385 | 2,31325 |
| 151+650 - 151+850 | 200 m | | 0,77108 | 0,77108 |
| 151+850 - 152+350 | 500 m | | 1,92771 | 2,69879 |
| 152+350 - 152+400 | 50 m | | 0,19277 | 0,19277 |
| 152+400 - 152+550 | 150 m | | 0,57831 | 0,77108 |
| 152+550 - 152+823 | 273 m | | 1,05253 | 1,82361 |

Tabel 5.9 Dimensi Saluran

| Saluran | Panjang | Fd (m ²) | d (m) | b (m) | R (m) | W (m) |
|-------------------|---------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| 151+000 - 151+050 | 50 m | 0,10709 | 0,23 | 0,50 | 0,12 | 0,34 |
| 151+050 - 151+100 | 50 m | 0,10709 | 0,23 | 0,50 | 0,12 | 0,34 |
| 151+100 - 151+250 | 150 m | 0,32128 | 0,40 | 0,50 | 0,20 | 0,45 |
| 151+250 - 151+350 | 100 m | 0,21419 | 0,33 | 0,50 | 0,16 | 0,40 |
| 151+350 - 151+400 | 50 m | 0,10709 | 0,23 | 0,50 | 0,12 | 0,34 |
| 151+400 - 151+650 | 250 m | 0,43687 | 0,47 | 0,50 | 0,23 | 0,48 |
| 151+650 - 151+850 | 200 m | 0,42838 | 0,46 | 0,50 | 0,23 | 0,48 |
| 151+850 - 152+350 | 500 m | 0,43578 | 0,47 | 0,50 | 0,23 | 0,48 |
| 152+350 - 152+400 | 50 m | 0,10709 | 0,23 | 0,50 | 0,12 | 0,34 |
| 152+400 - 152+550 | 150 m | 0,32128 | 0,40 | 0,50 | 0,20 | 0,45 |
| 152+550 - 152+823 | 273 m | 0,48787 | 0,49 | 0,50 | 0,25 | 0,50 |

Tabel 5.10 Kemiringan Saluran

| Saluran | elv.1 | elv.2 | i lapangan | Arah |
|-------------------|---------|---------|------------|-------|
| 151+000 - 151+050 | +72,130 | +72,479 | 0,698 % | Timur |
| 151+050 - 151+100 | +72,479 | +71,377 | 2,204 % | Barat |
| 151+100 - 151+250 | +71,377 | +64,545 | 4,555 % | Barat |
| 151+250 - 151+350 | +64,545 | +63,185 | 1,360 % | Barat |
| 151+350 - 151+400 | +63,185 | +60,438 | 5,494 % | Barat |
| 151+400 - 151+650 | +60,438 | +55,676 | 1,905 % | Barat |
| 151+650 - 151+850 | +55,676 | +57,041 | 0,682 % | Timur |
| 151+850 - 152+350 | +57,041 | +72,404 | 3,073 % | Timur |
| 152+350 - 152+400 | +72,404 | +71,931 | 0,946 % | Barat |
| 152+400 - 152+550 | +71,931 | +62,706 | 6,150 % | Barat |
| 152+550 - 152+823 | +62,706 | +56,270 | 2,358 % | Barat |

5.4.2 Perencanaan dreinase pada Km 152+823 – 154+000

Pada perencanaan drainase ini dibagi dalam dua perencanaan, pada Km 152+823 – Km 154+000 kondisi dilapangan banyak terdapat permukiman tidak padat.

► Perencanaan pada Km 152+823 – 153+100

a. Perhitungan waktu kosentrasi (T_c)

L_1 = permukaan jalan aspal kemiringan 2%, lebar 3,5 m.

L_2 = bahu jalan kemiingan 4%, lebar 1,5 m.

L_3 = permukiman kemiringan 5%(diasumsikan), 10 m.

Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan (nd).

nd perkerasan = 0,013

nd bahu jalan = 0,20

nd permukiman = 0,02

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots(\text{pers. 2.28})$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.29})$$

$$t_1 \text{ perkerasan} = t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5x \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0.167}$$

$$= 0,943 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ bahu jalan} = t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5x \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right)^{0.167}$$

$$= 1,219 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ permukiman} = t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 10x \frac{0,02}{\sqrt{0,05}} \right)^{0.167}$$

$$= 1,119 \text{ menit}$$

$$t_1 = 0,943 \text{ menit} + 1,22 \text{ menit} + 1,119 \text{ menit}$$

$$= 3,281 \text{ menit}$$

t_2 dikarenakan awal saluran dianggap 0.

$$t_2 = 0$$

$$T_c = 3,281 \text{ menit} + 0 \text{ menit}$$

$$T_c = 3,281 \text{ menit}$$

b. Perhitungan Intensitas Hujan

Hasil perhitungan T_c diplotkan pada kurva basisi didapatkan curah hujan rencana $I = 190 \text{ mm/jam}$.

c. Perhitungan Koefisien Pengaliranan (C). pada tabel 2.30

$$C1 = \text{perkerasan jalan} = 0,70 \text{ (jalan aspal)}$$

$$C2 = \text{bahu jalan} = 0,40 \text{ (tanah berbutir halus)}$$

$$C3 = \text{permukiman} = 0,40 \text{ (permukiman tidak padat)}$$

$$A1 = \text{perkerasan jalan} = 3,5 \text{ m} \times 277 = 969,5 \text{ m}^2$$

$$A2 = \text{bahu jalan} = 1,5 \text{ m} \times 277 = 415,5 \text{ m}^2$$

$$A3 = \text{permukiman} = 10 \text{ m} \times 277 = 2770 \text{ m}^2$$

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots \text{(pers. 2.33)}$$

$$C = \frac{(0,70 \times 969,5) + (0,40 \times 415,5) + (0,40 \times 2770)}{969,5 + 415,5 + 2770}$$

$$C = 0,47$$

d. Perhitungan Debit air (Q)

$$A = 969,5 + 415,5 + 2770 = 4155 \text{ m}^2 = 0,004155 \text{ km}^2$$

$$C = 0,4$$

$$I = 190 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} C x I x A \dots\dots\dots \text{(pers. 2.34)}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,47 \times 190 \times 0,004155$$

$$Q = 0,103 \text{ m}^3/\text{detik}$$

e. Perhitungkan Dimensi Saluran Tepi

o Penampang basah saluran

$$Q = V \times FD \dots\dots\dots \text{(pers. 2.38)}$$

$$Fd = \frac{Q}{V} = \frac{0,103}{0,6}$$

$$Fd = 0,172 \text{ m}^2$$

o Tinggi saluran yang tergenang air (d)

Syarat :

$$b = 2d$$

$$Fd = b \times d$$

$$= 2d \times d$$

$$= 2d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Fd}{2}} = \sqrt{\frac{0,172}{2}} = 0,29 \text{ m} = 0,30 \text{ m}$$

- o Tinggi jagaan (W)

$$W = \sqrt{0,5d}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times 0,29} = 0,38 \text{ m} = 0,40 \text{ m}$$

- o Tinggi saluran keseluruhan (d_{total})

$$d_{\text{total}} = d + W$$

$$d_{\text{total}} = 0,29 + 0,38 = 0,67 \text{ m} = 0,70 \text{ m}$$

Jadi tinggi saluran yang digunakan adalah 1 m

- o Lebar saluran (b)

$$b = 2d$$

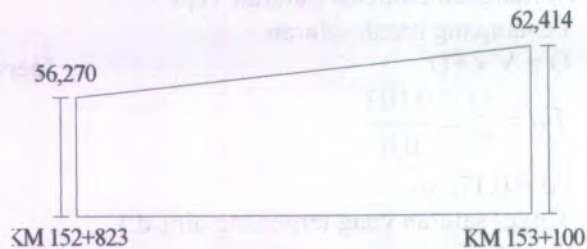
$$b = 2 \times 0,29 = 0,58 \text{ m} = 0,60 \text{ m}$$

Jadi lebar saluran yang digunakan adalah 0,60 m

- o Jari - jari hidrolis (R)

$$R = \frac{d}{2}$$

$$R = \frac{0,29}{2} = 0,145 \text{ m}$$



- Kontrol kemiringan (i)

- o i_{lapangan}

$$t_1 = 56,270 \text{ m}$$

$$t_2 = 62,414 \text{ m}$$

$$i_{\text{lapangan}} = \frac{t_1 - t_2}{p} \times 100\%$$

$$i_{lapangan} = \frac{56,270 - 62,414}{277} \times 100\% = -2,218\%$$

Karena t_1 lebih kecil dari t_2 , maka arah aliran air kearah timur.

- Kontrol kecepatan aliran (V)

$$V_{ijin} = 0,6 \text{ m/detik}$$

$$V_{endap} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$V_{endap} = \frac{1}{0,02} \times 0,6^{2/3} \times 0,00189^{1/2} = 1,56 \text{ m / det}$$

$$V_{ijin\min} \leq V_{endapan} \leq V_{ijin\maks}$$

$$0,60 \text{ m/detik} \leq 1,56 \text{ m/detik} \leq 1,80 \text{ m/detik (OK)}$$

Untuk hasil perhitungan saluran kondisi selanjutnya, disajikan dalam bentuk tabel, sebagai berikut :

Tabel 5.11 Waktu Kosentrasi

| Saluran | Panjang | t1 | t2 | Tc |
|-------------------|---------|-----------|----------|-----------|
| 152+823 -153+100 | 277 m | 3,281 mnt | 0,00 mnt | 3,281 mnt |
| 153+100 - 153+300 | 200 m | 3,281 mnt | 0,00 mnt | 3,281 mnt |
| 153+300 - 153+535 | 235 m | 3,281 mnt | 1,85 mnt | 5,133 mnt |
| 153+535 - 153+750 | 215 m | 3,281 mnt | 0,00 mnt | 3,281 mnt |
| 153+750 - 154+000 | 250 m | 3,281 mnt | 1,99 mnt | 5,272 mnt |

Tabel 5.12 Koefisien Aliran

| Saluran | Jalan Aspal | | Bahu Jalan | | Permukiman | | C |
|----------------------|-------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------|
| | Lebar | Luas (m ²) | Lebar | Luas (m ²) | Lebar | Luas (m ²) | |
| 152+823 - 153+100 | 3,5 m | 969,5 | 1,5 m | 415,5 | 10 m | 2770 | 0,47 |
| 153+100 - 153+300 | | 700 | | 300 | | 2000 | 0,47 |
| 153+300 - 153+535 | | 822,5 | | 352,5 | | 2350 | 0,47 |
| 153+535 - 153+750 | | 752,5 | | 322,5 | | 2150 | 0,47 |
| 153+750 - 154+000 | | 875 | | 375 | | 2500 | 0,47 |

Tabel 5.13 Debit Aliran

| Saluran | Panjang | I | Q (m ³ /s) | Q _{total} (m ³ /s) |
|-------------------|---------|-----|-----------------------|--|
| 152+823 - 153+100 | 277 m | 190 | 0,10307 | 0,10307 |
| 153+100 - 153+300 | 200 m | | 0,07442 | 0,07442 |
| 153+300 - 153+535 | 235 m | | 0,08744 | 0,16186 |
| 153+535 - 153+750 | 215 m | | 0,08000 | 0,08000 |
| 153+750 - 154+000 | 250 m | | 0,09302 | 0,17302 |

Tabel 5.14 Dimensi Saluran

| Saluran | Panjang | Fd (m ²) | d (m) | b (m) | R (m) | W (m) |
|-------------------|---------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| 152+823 - 153+100 | 277 m | 0,1717 | 0,29 | 0,59 | 0,15 | 0,38 |
| 153+100 - 153+300 | 200 m | 0,1240 | 0,25 | 0,50 | 0,12 | 0,35 |
| 153+300 - 153+535 | 235 m | 0,1457 | 0,27 | 0,54 | 0,13 | 0,37 |
| 153+535 - 153+750 | 215 m | 0,1333 | 0,26 | 0,52 | 0,13 | 0,36 |
| 153+750 - 154+000 | 250 m | 0,1550 | 0,28 | 0,56 | 0,14 | 0,37 |

Tabel 5.15 Kemiringan Saluran

| Saluran | elv.1 | elv.2 | i lapangan | Arah |
|-------------------|---------|---------|------------|-------|
| 152+823 - 153+100 | +56,270 | +62,414 | 2,218 % | Timur |
| 153+100 - 153+300 | +62,414 | +56,474 | 2,970 % | Barat |
| 153+300 - 153+535 | +56,474 | +57,089 | 0,262 % | Barat |
| 153+535 - 153+750 | +57,089 | +56,353 | 0,342 % | Timur |
| 153+750 - 154+000 | +56,353 | +56,948 | 0,238 % | Timur |

5.5 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Sebelum merencanakan RAB terlebih dahulu menghitung volume pekerjaan, antara lain :

a. Pekerjaan tanah meliputi :

→ Pekerjaan galian tanah pondasi pondasi untuk pelebaran

b. Pekerjaan lapis pondasi, lapis permukaan, lapis pengikat :

→ Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan agregat sirtu kelas A

→ Pekerjaan lapis pondasi atas dengan batu pecah kelas B

→ Pekerjaan lapis pengikat (*prime coat*) untuk mengikat lapis pondasi dengan ATB.

→ Pekerjaan lapis antara dengan ATB.

c. Pekerjaan lapis permukaan yang meliputi :

→ Pekerjaan pengikat (*tack coat*) untuk mengikat seluruh permukaan jalan lama dengan AC Laston MS 744.

d. Pekerjaan drainase antara lain :

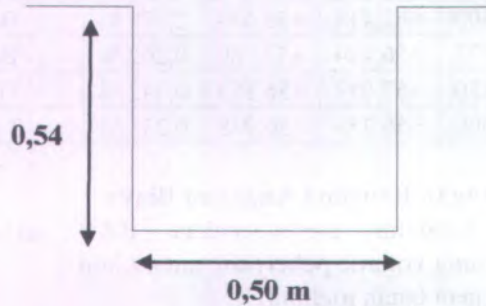
→ Pekerjaan galian tanah.

→ Pekerjaan pasangan batu.

5.5.1 Pehitungan volume pekerjaan

a. Pekerjaan tanah

Pekerjaan galian tanah untuk pelebaran jalan sebelah kanan dan kiri jalan pada Km 151+000 – 154+000 sebagai berikut:

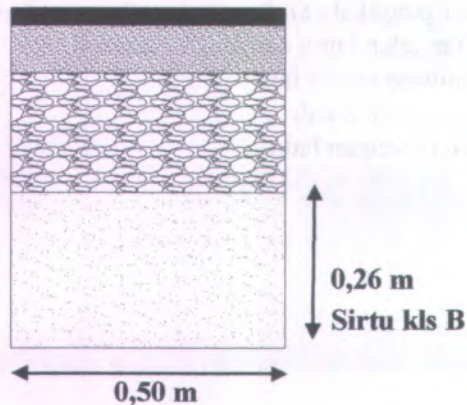


| | |
|---------|--------------------------|
| Panjang | = 2950 m |
| Lebar | = 0,50 m |
| Tebal | = 0,54 m |
| Volume | = 2 (2950 x 0,50 x 0,54) |
| | = 1593 m ³ |

b. Pekerjaan lapis pondasi dan lapis permukaan

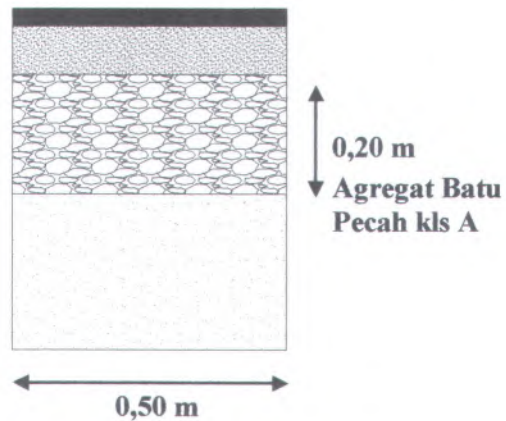
1. Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan sirtu kls B.

Volume pondasi bawah pada Km 151+000 – 154+000



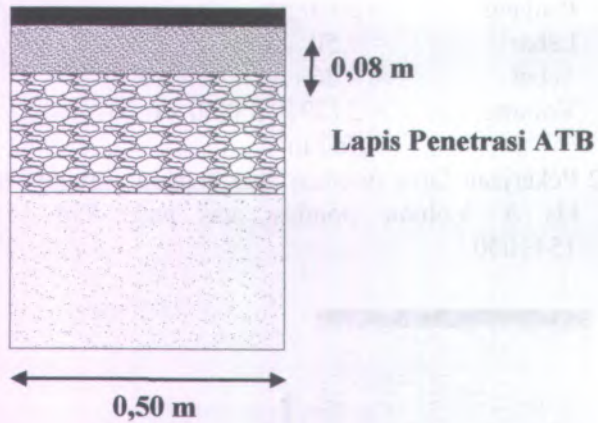
$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 2950 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 0,50 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,26 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 (2950 \times 0,50 \times 0,26) \\
 &= 767 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat batu pecah kls A. Volume pondasi atas pada Km 151+000 – 154+000



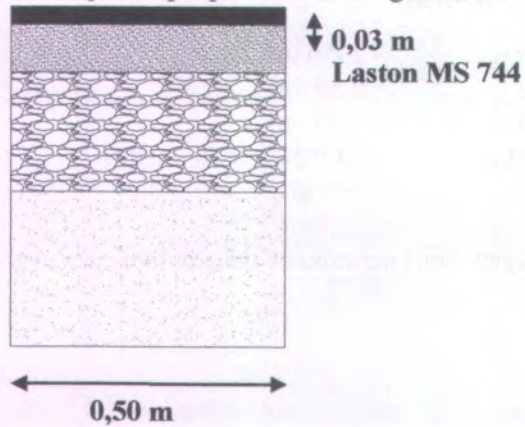
$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 2950 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 0,50 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 (2950 \times 0,50 \times 0,20) \\
 &= 590 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan lapis permukaan dengan lapis penetrasi.



| | |
|---------|--------------------------|
| Panjang | = 2950 m |
| Lebar | = 0,50 m |
| Tebal | = 0,08 m |
| Volume | = 2 (2950 x 0,50 x 0,08) |
| | = 236 m ³ |

4. Pekerjaan lapis permukaan dengan Laston MS 744.



| | |
|---------|--------------------------|
| Panjang | = 2950 m |
| Lebar | = 0,50 m |
| Tebal | = 0,08 m |
| Volume | = 2 (2950 x 0,50 x 0,03) |
| | = 89 m ³ |

5. Pekerjaan lapis pengikat (*prime coat*) untuk mengikat lapis pondasi dengan ATB pada Km 151+000 – 154+000.

| | |
|---------|----------------------------------|
| Panjang | = 2950 m |
| Lebar | = 0,50 m |
| Volume | = 2 (2950 x 0,50) |
| | = 2950 m ² = 2950 lt. |

Ketentuan spesifikasi untuk prime Coat (0,4-3 ltr/m²).

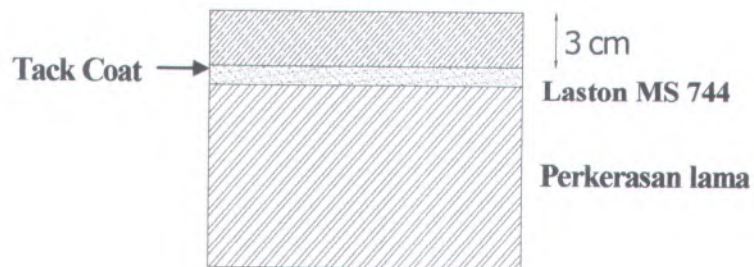
Terdiri dari campuran 80 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan 0,4 ltr/m².

| | |
|--------|--|
| Volume | = 2950 m ² x 0,4 ltr/m ² |
| | = 1118 ltr |

- c. Pekerjaan lapis tambahan atau *Overlay*.

1. Pekerjaan lapis permukaan dengan Laston MS 744.

Volume pondasi bawah pada Km 151+000 – 154+000



$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 6,00 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,3 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= (3000 \times 6,0 \times 0,03) \\
 &= 540 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan lapis pengikat (tack coat) antara perkerasan lama dengan perkerasan overlay.

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 6,00 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= (3000 \times 6,00) \\
 &= 18.000 \text{ m}^2 = 18.000 \text{ lt.}
 \end{aligned}$$

Ketentuan spesifikasi untuk Tack Coat (0,2-1 ltr/m²).
 Terdiri dari campuran 30 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan 0,4 ltr/m².

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 18000 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ ltr/m}^2 \\
 &= 2700 \text{ ltr}
 \end{aligned}$$

- d. Pekerjaan drainase antara lain :

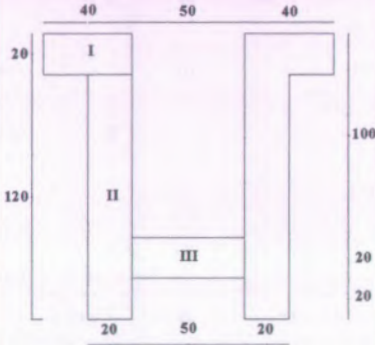
- Volume Pekerjaan pemasangan batu untuk drainase akan Ditabelkan pada tabel 5.16
- Volume Pekerjaan galian tanah akan ditabelkan pada tabel 5.17.
- Volume Pekerjaan urugan tanah kembali dapa sauaran drainase akan ditabelkan pada tabel 5.18

Tabel 5.16 Volume Pasangan Batu Kali

| No | Gambar | STA | Panjang | Luas Area | | | Luas Total | Vol (m ³) |
|----|--------|-----------------|---------|-----------|--------|---------|------------|-----------------------|
| | | | | L (I) | L (II) | L (III) | | |
| | | | | p x l | p x l | p x l | | |
| 1 | | 151+000-151+050 | 50 | 0,08 | 0,16 | 0,1 | 0,6 | 30 |
| | | 151+050-151+100 | 50 | 0,08 | 0,16 | 0,1 | 0,6 | 30 |
| | | 151+350-151+400 | 50 | 0,08 | 0,16 | 0,1 | 0,6 | 30 |
| | | 152+350-152+400 | 50 | 0,08 | 0,16 | 0,1 | 0,6 | 30 |
| 2 | | 151+100-151+250 | 150 | 0,08 | 0,21 | 0,1 | 0,7 | 105 |
| | | 152+400-152+550 | 150 | 0,08 | 0,21 | 0,1 | 0,7 | 105 |

| | | | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-----|------|------|-----|------|-----|
| 3 | | $151+250-$ $151+350$ | 100 | 0,08 | 0,18 | 0,1 | 0,64 | 64 |
| 4 | | $151+400-$ $151+650$ | 250 | 0,08 | 0,24 | 0,1 | 0,76 | 190 |

| | | | | | | | | |
|---|--|---------------------|-----|------|------|-----|------|-----|
| 5 | <p>Technical drawing of a stepped shaft. The shaft has three diameters: 40, 50, and 40. The lengths of the sections are 20, 120, and 20. The central section III has a length of 50. The drawing is labeled with I, II, and III.</p> | 151+650- 151+850 | 200 | 0,08 | 0,24 | 0,1 | 0,76 | 152 |
| 6 | <p>Technical drawing of a stepped shaft. The shaft has three diameters: 40, 50, and 40. The lengths of the sections are 20, 120, and 20. The central section III has a length of 50. The drawing is labeled with I, II, and III.</p> | 151+850- 152+350 | 500 | 0,08 | 0,24 | 0,1 | 0,76 | 380 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---------------------|-----|------|------|------|------|--------|
| 7 |  | 152+550- 152+823 | 273 | 0,08 | 0,24 | 0,1 | 0,76 | 207,48 |
| 8 | | 152+823- 153+100 | 277 | 0,08 | 0,18 | 0,12 | 0,68 | 188,36 |
| | | 153+100- 153+300 | 200 | 0,08 | 0,18 | 0,12 | 0,68 | 136 |

| | | | | | | | |
|--|---------------------|-----|------|------|------|------|-------|
| | 153+300- 153+535 | 235 | 0,08 | 0,18 | 0,12 | 0,68 | 159,8 |
| | 153+535- 153+750 | 215 | 0,08 | 0,18 | 0,12 | 0,68 | 146,2 |
| | 153+750- 154+000 | 250 | 0,08 | 0,18 | 0,12 | 0,68 | 170 |

JUMLAH VOL BATU KALI = 2123,84
 TOTAL = 4247,68

Tabel 5.17 Volume Plesteran Halus 1PC:4PS tabal 1,5 cm

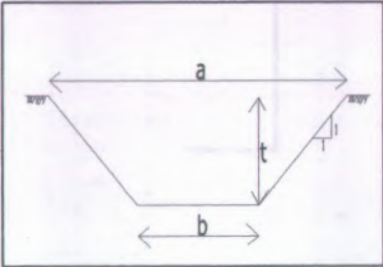
| No | Gambar | STA | Panjang | Luas Area | Vol Plesteran |
|----|--------|-------------------|---------|-----------|---------------|
| | | | | P | |
| 1 | | 151+000 -151+050 | 50 | 2,5 | 125 |
| | | 151+050 - 151+100 | 50 | 2,5 | 125 |
| | | 151+350-151+400 | 50 | 2,5 | 125 |
| | | 152+350-152+400 | 50 | 2,5 | 125 |
| 2 | | 151+100 -151+250 | 150 | 2,3 | 345 |
| | | 152+400 -152+550 | 150 | 2,3 | 345 |

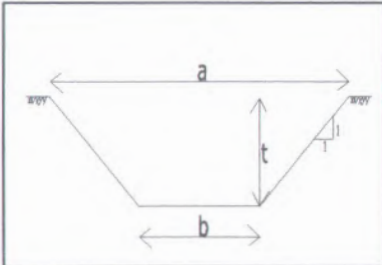
| | | | | | |
|---|--|-----------------|-----|-----|-----|
| 3 | | 151+250-151+350 | 100 | 2,7 | 270 |
| 4 | | 151+400-151+650 | 250 | 3,3 | 825 |

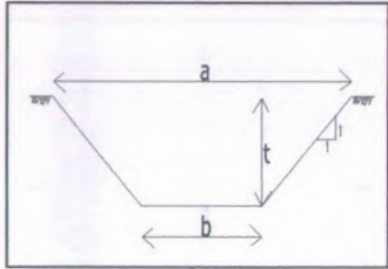
| | | | | | |
|---|--|-----------------|-----|-----|------|
| 5 | | 151+650-151+850 | 200 | 3,3 | 660 |
| 6 | | 151+850-152+350 | 500 | 3,3 | 1650 |

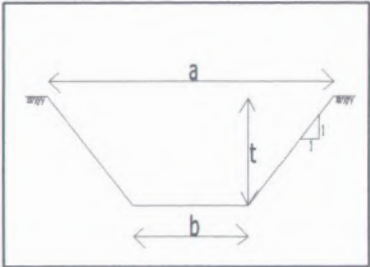
| | | | | | |
|---------------|--|--|---------------------------------|---------------------------------|--|
| 7 | | 152+550 -152+823 | 273 | 3,3 | 900,9 |
| 8 | | 152+823 -153+100 153+100 - 153+300 153+300 - 153+535 153+535 - 153+750 153+750 - 154+000 | 277 200 235 215 250 | 2,8 2,8 2,8 2,8 2,8 | 775,6 560 658 602 700 8792 |
| JUMLAH | | | | | |

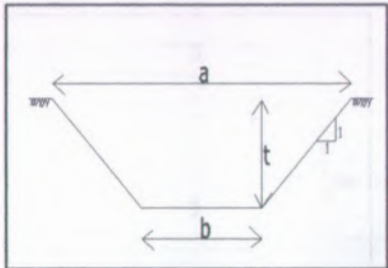
Tabel 5.18 Volume Galian

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | Volume (m ³) |
|---|--------------------|------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | $0,5x(a+b)xt$ | |
|  | 151+000 - 151+050 | 50 | $0,5x(3+1,4)x0,8$ 1,76 | 88 |
| | 151+050 - 151+100 | 50 | $0,5x(3+1,4)x0,8$ 1,76 | 88 |
| | 151+ 100 - 151+250 | 150 | $0,5x(3+1,4)x0,8$ 1,76 | 264 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | Volume (m ³) |
|---|-------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | | | $0,5x(a+b)xt$ | |
|  | 151+250 - 151+350 | 100 | $0,5x(3+1,4)x0,8$ 1,76 | 176 |
| | 151+350 - 151+400 | 50 | $0,5x(3,4+1,6)x0,9$ 2,25 | 112,5 |
| | 151+400 - 151+650 | 250 | $0,5x(3,4+1,6)x0,9$ 2,25 | 562,5 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | Volume (m ³) |
|---|-------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | | | $0,5x(a+b)xt$ | |
|  | 151+650 - 151+850 | 200 | $0,5x(3,2+1,4)x0,9$ 2,07 | 414 |
| | 151+850 - 152+350 | 500 | $0,5x(3,8+1,8)x1$ 2,8 | 1400 |
| | 152+350 - 152+400 | 50 | $0,5x(3+1,4)x0,8$ 1,76 | 88 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | Volume (m ³) |
|---|---------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | | | $0,5x(a+b)xt$ | |
|  | 152+ 400 - 152 +550 | 150 | $0,5x(3+1,4)x0,8$ 1,76 | 264 |
| | 152+550 - 152+823 | 273 | $0,5x(3,4+1,6)x0,9$ 2,25 | 614,25 |
| | 152+ 823 - 153 +100 | 277 | $0,5x(4+2)x1,1$ 3 | 831 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | Volume (m ³) |
|---|-------------------|------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| | | | $0,5x(a+b)xt$ | |
|  | 153+100 - 153+300 | 200 | $0,5x(4,2+2) \times 1,5$ 3,41 | 682 |
| | 153+300 - 153+535 | 235 | $0,5x(4+2) \times 1$ 3,41 | 801,35 |
| | 153+535 - 153+750 | 215 | $0,5x(3,9+2) \times 1,1$ 3,245 | 697,675 |
| | 153+750 - 154+000 | 250 | $0,5x(4,2+2) \times 1,1$ 3,41 | 852,5 |

JUMLAH VOL GALIAN = 7936

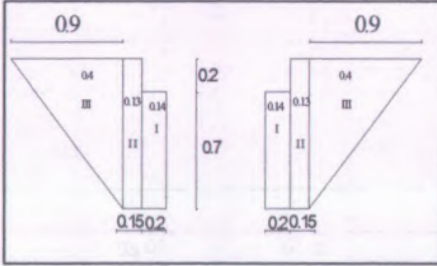
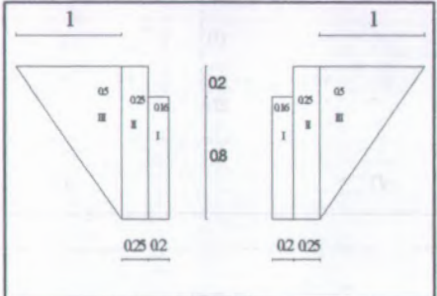
TOTAL = 15872

Tabel 5.19 Timbunan Tanah

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | | | Volume (m ³) |
|--------|----------------------|----------------|-----------|--------|---------|------------------------------|
| | | | L (I) | L (II) | L (III) | |
| | | | p x l | p x l | 1/2xaxt | |
| | 151+000 - 151+050 | 50 | 0,12 | 0,12 | 0,32 | 28 |
| | 151+050 - 151+100 | 50 | 0,12 | 0,12 | 0,32 | 28 |

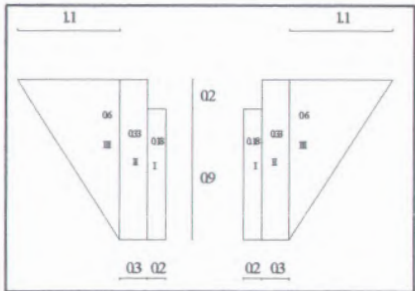
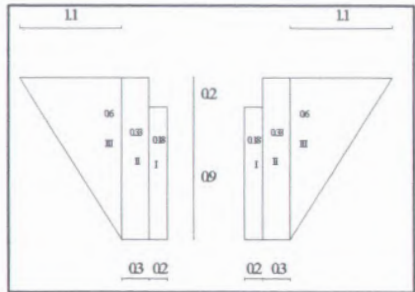
| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | | | Volume (m ³) |
|--------|----------------------|------------------|-----------|--------|---------|------------------------------|
| | | | L (I) | L (II) | L (III) | |
| | | | p x l | p x l | 1/2xaxt | |
| | 151+100 - 151+250 | 150 | 0,12 | 0,12 | 0,32 | 84 |
| | 151+250 - 151+350 | 100 | 0,12 | 0,12 | 0,32 | 56 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | | | Volume (m ³) |
|--------|-------------------------|----------------|-----------|--------|---------|------------------------------|
| | | | L (I) | L (II) | L (III) | |
| | | | p x l | p x l | 1/2xaxt | |
| | 151+ 350 – 151 + 400 | 50 | 0,14 | 0,18 | 0,4 | 36 |
| | 151+ 400 – 151 + 650 | 250 | 0,14 | 0,18 | 0,4 | 180 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | | | Volume (m ³) |
|--|-------------------------|------------------|-----------|--------|---------|------------------------------|
| | | | L (I) | L (II) | L (III) | |
| | | | p x l | p x l | 1/2xaxt | |
|  | 151+ 650 - 151 + 850 | 200 | 0,14 | 0,13 | 0,4 | 134 |
|  | 151+ 850 - 152 + 350 | 500 | 0,16 | 0,25 | 0,5 | 455 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | | | Volume (m ³) |
|--------|-------------------------|------------------|-----------|--------|---------|------------------------------|
| | | | L (I) | L (II) | L (III) | |
| | | | p x l | p x l | 1/2xaxt | |
| | 152+ 350 - 152 + 400 | 50 | 0,16 | 0,12 | 0,32 | 30 |
| | 152+ 400 - 152 +550 | 150 | 0,16 | 0,12 | 0,32 | 90 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | | | Volume (m ³) |
|--------|-------------------------|------------------|-----------|--------|---------|------------------------------|
| | | | L (I) | L (II) | L (III) | |
| | | | p x l | p x l | 1/2xaxt | |
| | 152+ 550 – 152 + 823 | 273 | 0,14 | 0,18 | 0,41 | 199 |
| | 152+ 823 – 153 +100 | 277 | 0,18 | 0,33 | 0,6 | 307 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | | | Volume (m ³) |
|--|-------------------------|------------------|-----------|--------|---------|------------------------------|
| | | | L (I) | L (II) | L (III) | |
| | | | p x l | p x l | 1/2xaxt | |
|  | 153+ 100 – 153 + 300 | 200 | 0,18 | 0,33 | 0,6 | 222 |
|  | 153+ 300 – 153 + 535 | 235 | 0,18 | 0,33 | 0,6 | 261 |

| Gambar | STA | Panjang (m) | Luas Area | | | Volume (m ³) |
|--------|-------------------------|------------------|-----------|--------|---------|------------------------------|
| | | | L (I) | L (II) | L (III) | |
| | | | p x l | p x l | 1/2xaxt | |
| | 153+ 535 – 153 + 750 | 215 | 0,18 | 0,33 | 0,6 | 239 |
| | 153+ 750 – 154 + 000 | 250 | 0,18 | 0,33 | 0,6 | 278 |

JUMLAH VOL TIMBUNAN TANAH = 2627
 TOTAL = 10507

Tabel 5.20 Harga Satuan Dasar

| NO. | URAIAN | SATUAN | KAB. TUBAN |
|-----------|---------------------------------|----------------|----------------|
| | | | HARGA (Rp.) |
| A. | Harga Dasar Satuan Upah | | |
| 1 | Pekerja | Jam | 4,000.00 |
| 2 | Tukang | Jam | 6,000.00 |
| 3 | Mandor | Jam | 7,100.00 |
| 4 | Operator | Jam | 6,000.00 |
| 5 | Mekanik | Jam | 6,500.00 |
| B. | Harga Dasar Satuan Bahan | | |
| 1 | Tanah timbunan biasa | m ³ | 42,000.00 |
| 2 | Timbunan Pilihan | m ³ | 49,000.00 |
| 3 | Batu belah hitam | m ³ | 135,000.00 |
| 4 | Batu Pecah 0,5/1 | m ³ | 220,000.00 |
| 5 | Batu Pecah 1/2 | m ³ | 235,000.00 |
| 6 | Batu Pecah 2/3 | m ³ | 145,500.00 |
| 7 | Batu Pecah 3/5 | m ³ | 135,000.00 |
| 8 | Batu Kali | m ³ | 108,000.00 |
| 9 | Filler | Kg | 500,00 |
| 10 | Aggregate Halus | m ³ | 125,000.00 |
| 11 | Aggregate Kasar | m ³ | 150,00.00 |
| 12 | Aggregate Klas A | m ³ | 140,000.00 |
| 13 | Aggregate Klas B | m ³ | 130,000.00 |
| 14 | Aggregate Klas C | m ³ | 120,000.00 |
| 15 | Sirtu Ayak / Grosok | m ³ | 75,000.00 |
| 16 | Pasir Urug | m ³ | 72,500.00 |
| 17 | Pasir Beton | m ³ | 84,700.00 |
| 18 | Kawat Bendrat | Kg | 10,000.00 |
| 19 | Baja tulangan U 24) | Kg | 11,500.00 |

| | | | |
|-----------|--------------------------------|-----|--------------|
| 20 | Baja Tulangan U - 32 (Ulir) | Kg | 11,500.00 |
| 21 | Pipa Galvanis dia . 3 " | m | 110,000.00 |
| 22 | Paku | Kg | 14,000.00 |
| 23 | Semen (PC) | Kg | 1,000.00 |
| 24 | Aspal Drum | Kg | 6,500.00 |
| 25 | Aspal Emulsi | Kg | 6,800.00 |
| 26 | Korosin | Ltr | 3,575.00 |
| 27 | Solar | Ltr | 4,300.00 |
| 28 | Premium | Ltr | 4,500.00 |
| 29 | Minyak Tanah / olie | Ltr | 31,900.00 |
| 30 | Minyak Cat/ thinner | Ltr | 22,500.00 |
| 31 | Cat | Kg | 39,900.00 |
| 32 | Cat marka termoplastik | Kg | 35,450.00 |
| 33 | Paku Jalan | Kg | 14,000.00 |
| 34 | Kapur | Kg | 650.00 |
| C. | Harga Dasar Satuan Alat | | |
| 1. | ASPHALT MIXING PLANT | Jam | 5,494,518.00 |
| 2. | ASPHALT FINISHER | Jam | 199,718.00 |
| 3. | ASPHALT SPRAYER | Jam | 313,028.00 |
| 4. | BULLDOZER 100-150 HP | Jam | 350,834.00 |
| 5. | COMPRESSOR 4000-6500 L/M | Jam | 92,734.00 |
| 6. | CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M3 | Jam | 34,900.00 |
| 7. | CRANE 35TON | Jam | 350,918.00 |
| 8. | DUMP TRUCK 3-4 M3 | Jam | 151,646.00 |
| 9. | DUMP TRUCK | Jam | 175,115.00 |
| 10. | EXCAVATOR 80-140 HP | Jam | 138,023.00 |
| 11. | FLAT BED TRUCK 3-4 M3 | Jam | 139,279.00 |
| 12. | GENERATOR SET | Jam | 206,969.00 |
| 13. | MOTOR GRADER >100 HP | Jam | 186,046.00 |
| 14. | TRACK LOADER 75-100 HP | Jam | 147,655.00 |

| | | | |
|-----|--------------------------|-----|------------|
| 15. | WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3 | Jam | 146,922.00 |
| 16. | THREE WHEEL ROLLER 6-8 T | Jam | 82,848.00 |
| 17. | TANDEM ROLLER 6-8 T. | Jam | 88,273.00 |
| 18. | P. TIRE ROLLER 8-10 T. | Jam | 105,032.00 |
| 19. | VIBRATORY ROLLER 5-8 T. | Jam | 118,584.00 |
| 20. | CONCRETE VIBRATOR | Jam | 18,074.00 |
| 21. | STONE CRUSHER | Jam | 334,777.00 |
| 22. | WATER PUMP 70-100 mm | Jam | 14,207.00 |
| 23. | WATER TANKER 3000-4500L. | Jam | 136,756.00 |
| 24. | PEDESTRIAN/BABY ROLLER | Jam | 28,461.00 |
| 25. | STAMPER | Jam | 15,988.00 |
| 26. | JACK HAMMER | Jam | 14,265.00 |
| 27. | PULVI MIXER | Jam | 81,736.00 |
| 28. | CONCRETE PAVER | Jam | 60,195.00 |
| 29. | PILE DRIVER / HAMMER | Jam | 43,545.00 |
| 30. | BORE PILE MACHINE | Jam | 613,579.00 |
| 31. | CONCRETE CUTTER | Jam | 15,932.00 |

| | | | | | | |
|---|--|--------|-----|---------|--------|-----------|
| 4 | Pekerjaan Pembatas Untuk Galian | | | | | |
| | TENAGA | | | | | |
| | Mandor | 0,008 | Jam | | 7.100 | 56,8 |
| | Pekerja tak terampil | 0,011 | Jam | | 4.000 | 44,0 |
| | PERALATAN | | | | | |
| | Plastik | 1 | | 7.000 | | 7.000,0 |
| | Jumlah | | | | | 7.100,8 |
| 5 | Pekerjaan lapis pondasi bawah kelas B | | | | | |
| | TENAGA | | | | | |
| | Mandor | 0,0405 | Jam | | 7.100 | 287,6 |
| | Operator | 0,0133 | OH | | 55.000 | 731,5 |
| | Pekerja | 0,2835 | Jam | | 4.000 | 1.134,0 |
| | BAHAN | | | | | |
| | Pasir Pasang | 0,16 | m3 | 72.500 | | 11.600,0 |
| | Kerikil | 1,04 | m3 | 87.500 | | 91.000,0 |
| | PERALATAN | | | | | |
| | Wheel loader | 0,0405 | Jam | 146.922 | | 5.950,3 |
| | Dump truck | 0,157 | Jam | 175.115 | | 27.493,1 |
| | Water Tanker | 0,0211 | Jam | 136.756 | | 2.885,6 |
| | Alat bantu | 1 | | 1.000 | | 1.000,0 |
| | Jumlah | | | | | 142.082,0 |

| | | | | | | |
|---|---|--------|-----|---------|--------|-----------|
| 6 | Pekerjaan lapis pondasi atas kelas A | | | | | |
| | TENAGA | | | | | |
| | Mandor | 0,0405 | Jam | | 7.100 | 287,6 |
| | Operator | 0,0143 | OH | | 55.000 | 786,5 |
| | Pekerja | 0,2835 | Jam | | 4.000 | 1.134,0 |
| | BAHAN | | | | | |
| | Pasir Pasang | 0,1267 | m3 | 72.500 | | 9.185,8 |
| | Batu Pecah 1/2 cm | 0,4067 | m3 | 235.000 | | 95.574,5 |
| | Batu Pecah 2/3 cm | 0,48 | m3 | 145.000 | | 69.600,0 |
| | Batu Pecah 0,5/1 cm | 0,2933 | m3 | 220.000 | | 64.526,0 |
| | PERALATAN | | | | | |
| | Whell loader | 0,0405 | Jam | 146.922 | | 5.950,3 |
| | Dump truck | 0,157 | Jam | 175.115 | | 27.493,1 |
| | Water Tanker | 0,0211 | Jam | 136.756 | | 2.885,6 |
| | Alat bantu | 1 | | 1.000 | | 1.000,0 |
| | Jumlah | | | | | 278.423,2 |
| 7 | Pekerjaan lapis Penetrasi ATB | | | | | |
| | TENAGA | | | | | |
| | Mandor | 0,0129 | Jam | | 7.100 | 91,6 |
| | Operator | 0,03 | OH | | 55.000 | 1.650,0 |
| | Pekerja | 0,09 | Jam | | 4.000 | 360,0 |

| | | | | | | |
|---|---|--------|-----|-----------|---------|------------|
| | BAHAN | | | | | |
| | Semen PC 50 kg | 0,296 | zak | | 55.000 | 16.280,0 |
| | Pasir Pasang | 0,24 | m3 | | 72.500 | 17.400,0 |
| | Aspal Panas AC | 60 | kg | | 6.800 | 408.000,0 |
| | Batu Pecah 1/2 cm | 0,14 | m3 | | 235.000 | 32.900,0 |
| | Batu Pecah 2/3 cm | 0,17 | m3 | | 145.000 | 24.650,0 |
| | PERALATAN | | | | | |
| | Sewa AMP 30 T | 0,05 | Jam | 5.494,518 | | 274.725,9 |
| | Wheel loader | 0,05 | Jam | 146.922 | | 7.346,1 |
| | Dump truck | 0,24 | Jam | 136.756 | | 32.821,4 |
| | Alat bantu | 1 | | 1.000 | | 1.000,0 |
| | Jumlah | | | | | 817.225,0 |
| 8 | Pekerjaan lapis Permukaan dengan AC LASTON | | | | | |
| | TENAGA | | | | | |
| | Mandor | 0,0129 | Jam | | | 7.100 91,6 |
| | Operator | 0,06 | OH | | 55.000 | 3.300,0 |
| | Pekerja | 0,09 | Jam | | 4.000 | 360,0 |
| | BAHAN | | | | | |
| | Aspal Curah | 0,3929 | kg | | 6.500 | 2.553,9 |
| | Minyak Aspal | 0,3064 | ltr | | 6.900 | 2.114,2 |
| | Aspal Panas AC | 68,25 | Kg | | 6.800 | 464.100,0 |

| | | | | | | |
|---|--|--------|-----|---------|-------|-----------|
| | PERALATAN | | | | | |
| | Asphalt Sprayer | 0,003 | Jam | 313.048 | | 939,1 |
| | Asphalt Finisher | 0,0493 | Jam | 199.718 | | 9.846,1 |
| | Tandem Roller | 0,0493 | Jam | 88.273 | | 4.351,9 |
| | Tire Roller | 0,0055 | Jam | 105.032 | | 577,7 |
| | Compressor | 0,0063 | Jam | 92.734 | | 584,2 |
| | Alat bantu | 1 | Jam | 1.000 | | 1.000,0 |
| | Jumlah | | | | | 489.818,6 |
| 9 | Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (Priem Coat) | | | | | |
| | TENAGA | | | | | |
| | Mandor | 0,003 | Jam | | 7.100 | 21,3 |
| | Pekerja | 0,0211 | Jam | | 4.000 | 84,4 |
| | BAHAN | | | | | |
| | Aspal Curah | 0,6294 | Kg | | 6.500 | 4.091,1 |
| | Korosin | 0,4889 | Ltr | | 3.575 | 1.747,8 |
| | PERALATAN | | | | | |
| | Aspalt Sprayer | 0,003 | Jam | 313.028 | | 939,1 |
| | Compressor | 0,0063 | Jam | 92.734 | | 584,2 |
| | Dump truck | 0,003 | Jam | 175.115 | | 525,3 |
| | Jumlah | | | | | 7.993,3 |

| | | | | | | |
|----|--|--------|-----|---------|--------|---------|
| 10 | Pekerjaan Lapis Perekat (Tack Coat) | | | | | |
| | TENAGA | | | | | |
| | Mandor | 0,003 | Jam | | 7.100 | 21,3 |
| | Pekerja | 0,0211 | Jam | | 4.000 | 84,4 |
| | BAHAN | | | | | |
| | Aspal Curah | 0,8715 | Kg | 6.500 | | 5.664,8 |
| | Korosin | 0,2538 | Ltr | 3.575 | | 907,3 |
| | PERALATAN | | | | | |
| | Aspalt Sprayer | 0,003 | Jam | 313.028 | | 939,1 |
| | Compressor | 0,0063 | Jam | 92.734 | | 584,2 |
| | Dump truck | 0,003 | Jam | 175.115 | | 525,3 |
| | Jumlah | | | | | 8.726,4 |
| 11 | Pekerjaan Urugan Tanah | | | | | |
| | TENAGA | | | | | |
| | Mandor | 0,002 | Jam | | 7.100 | 14,2 |
| | Operator | 0,0133 | OH | | 55.000 | 731,5 |
| | Pekerja | 0,008 | Jam | | 4.000 | 32,0 |
| | PERALATAN | | | | | |
| | Vibrator Roller | 0,0067 | Jam | 118.584 | | 794,5 |
| | Motor Grader | 0,008 | Jam | 186.046 | | 1.488,4 |

| | | | | | | | |
|----|---|--------|-----|-------|---------|-------|-----------|
| | Alat bantu | 1 | Jam | 1.000 | | | 1.000,0 |
| | Jumlah | | | | | | 4.060,6 |
| 12 | Pekerjaan Pemasangan Batu kali 1PC:4PS | | | | | | |
| | TENAGA | | | | | | |
| | Mandor | 0,9333 | Jam | | | 7.100 | 6.626,4 |
| | Pekerja | 14 | Jam | | | 4.000 | 56.000,0 |
| | Tukang Batu | 4,667 | Jam | | | 6.000 | 28.002,0 |
| | BAHAN | | | | | | |
| | Batu Kali | 1,2 | m3 | | 108.000 | | 129.600,0 |
| | Semen PC | 2,3172 | zak | | 55.000 | | 127.446,0 |
| | Pasir Pasang | 0,5777 | m3 | | 72.500 | | 41.883,3 |
| | Kapur Pasang | 0,0264 | m3 | | 225.500 | | 5.953,2 |
| | PERALATAN | | | | | | |
| | Alat bantu | 1 | Jam | 1.000 | | | 1.000,0 |
| | Jumlah | | | | | | 396.510,9 |

| | | | | | | |
|-----------|--|--------|-----|--------|-----------|--------------------|
| 13 | Pelesteran Halus 1PC:4PS tebal 1,5 cm | | | | | |
| | TENAGA | | | | | |
| | Mandor | 0,9333 | Jam | | 7.100 | 6.626,4 |
| | Pekerja | 14 | Jam | | 4.000 | 56.000,0 |
| | BAHAN | | | | | |
| | Semen PC | 0,17 | zak | 55.000 | | 9.350,0 |
| | Pasir Pasang | 0,0171 | m3 | 72.500 | | 1.239,8 |
| | PERALATAN | | | | | |
| | Alat bantu | 1 | Jam | 1.000 | | 1.000,0 |
| | Jumlah | | | | | 74.216,2 |
| 14 | Pekerjaan Finishing | | | | | |
| | Pembersihan Lokasi | 1 | | | 1.600.000 | 1.600.000,0 |
| | Jumlah | | | | | 1.600.000,0 |



Tabel 5.22 Rencana Anggaran Biaya

| No | Jenis Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan | Jumlah Biaya |
|------------|--|--------|----------|--------------|--------------|
| I | Pekerjaan Persiapan | | | | |
| 1 | Mobilisasi | Ls | 1,00 | 4.000.000 | 4.000.000 |
| 2 | Pengaturan Lalu Lintas | Ls | 1,00 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| II | Pekerjaan Tanah | | | | |
| 1 | Galian Untuk Pelebaran | m3 | 1593,00 | 2.195,77 | 3.497.862 |
| 2 | Galian Untuk Drainase | m3 | 15871,55 | 2.195,77 | 34.850.273 |
| III | Pekerjaan Lapis Pondasi | | | | |
| 1 | Lapis Pondasi Atas Batu Pecah Kls A | m3 | 767,00 | 78.423,25 | 213.550.631 |
| 2 | Lapis Pondasi Bawah Sirtu Kls B | m3 | 590,00 | 42.082,00 | 83.828.379 |
| IV | Pekerjaan Lapis Permukaan Pelebaran | | | | |
| 1 | Lapis Resap Pengikat (<i>Priem Coat</i>) | ltr | 1.180,00 | 7.993,27 | 9.432.059 |
| 2 | Lapis ATB | m3 | 236,00 | 17.225,03 | 192.865.107 |
| 3 | Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>) | ltr | 221,25 | 8.726,44 | 1.930.724 |
| 4 | Lapis Permukaan dengan Laston MS 744 | Ton | 194,70 | 89.818,60 | 95.367.682 |
| IV | Pekerjaan Lapis Permukaan (<i>Overly</i>) | | | | |
| 1 | Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>) | ltr | 2.700,00 | 8.726,44 | 23.561.383 |
| 2 | Lapis Permukaan dengan Laston MS 744 | Ton | 1.188,00 | 89.818,60 | 581.904.497 |

| | | | | | |
|------------|---|----|-----------|--------------|----------------------|
| V | Pekerjaan Urugan Kembali | | | | |
| 1 | Pekerjaan Urugan Kembali | m3 | 10.507,04 | 4.060,58 | 42.664.685 |
| VI | Pekerjaan Bangunan Pelengkap | | | | |
| 1 | Pasangan Batu | m3 | 4.247,68 | 96.510,88 | 1.648.251.335 |
| 2 | Plester Halus | m3 | 8.791,50 | 74.216,18 | 652.471.546 |
| VII | Pekerjaan Pembatas Untuk Pelebaran | | | | |
| 1 | Pembatas Galian | Ls | 2.950,00 | 7.100,80 | 20.947.360 |
| VII | Pekerjaan Finishing | | | | |
| 1 | Pembersihan Lokasi | Ls | 1,00 | 1.600.000,00 | 1.600.000 |
| | JUMLAH | | | | 3.650.223.524 |
| | PPN 10% | | | | 365.022.352 |
| | Jumlah Total | | | | 4.015.245.876 |

Jadi anggaran biaya yang dibutuhkan untuk peningkatan jalan Ponco – Jatirogo Km 151+000 – 154+000 adalah sebesar **Rp. 4.015.245.876** (Terbilang empat milyar lima belas juta dua ratus empat puluh lima ribu delapan ratus tujuh puluh enam rupiah)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan peningkatan jalan Ponco – Jatirogo (Link 032) Km 151+000 – Km 154+000, dengan panjang 3000 m diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan didapat nilai derajat kejenuhan dengan lebar 6 m pada arah Ponco-Jati rogo = 0,30 dan arah Jatirogo – Ponco = 0,16 pada tahun 2020 sesuai umur rencana. Akan tetapi menurut analisa kapasitas dengan MKJI, pada jalan dua arah tak terbagi (2/2 UD) lebar efektif jalan 7 m dan bahu jalan 1,5 m, dan didapat nilai derajat kejenuhannya Ponco-Jatirogo = 0,27 dan arah Jatirogo – Ponco = 0,14.
2. Peningkatan jalan menggunakan perkerasan lentur dengan tebal sebagai berikut :
 - Lapis permukaan (LASTON MS 744) = 3 cm.
 - Lapis permukaan (ATB MS 590) = 8 cm.
 - Lapis pondasi atas (Batu pecah kls A) = 20 cm
 - Lapis pondasi bawah (Sirtu kls B) = 26 cm
3. Tebal lapis tambahan (LASTON MS 744) = 3 cm
4. Untuk perencanaan *drainase* (saluran tepi) berbentuk segi empat dengan dimensi sebagai berikut :
 - KM 151+000-151+050 : b =50cm, d = 20cm, w = 30cm
 - KM 151+050-151+100 : b =50cm, d = 20cm, w = 30cm
 - KM 151+100-151+250 : b =50cm, d = 40cm, w = 45cm
 - KM 151+250-151+350 : b =50cm, d = 30cm, w = 40cm
 - KM 151+350-151+400 : b =50cm, d = 20cm, w = 30cm
 - KM 151+400-151+650 : b =50cm, d = 50cm, w = 50cm
 - KM 151+650-151+850 : b =50cm, d = 50cm, w = 50cm
 - KM 151+850-152+350 : b =50cm, d = 50cm, w = 50cm
 - KM 152+350-152+400 : b =50cm, d = 20cm, w = 30cm

- KM 152+400-152+550 : b =50cm, d = 40cm, w = 45cm
- KM 152+550-152+823 : b =50cm, d = 50cm, w = 50cm
- KM 152+823-153+100 : b =60cm, d = 30cm, w = 40cm
- KM 153+100-153+300 : b =60cm, d = 30cm, w = 40cm
- KM 153+300-153+535 : b =60cm, d = 30cm, w = 40cm
- KM 153+535-153+750 : b =60cm, d = 30cm, w = 40cm
- KM 153+750-154+000 : b =60cm, d = 30cm, w = 40cm

5. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan peningkatan jalan Ponco-Jatirogo Km 151+000 – 154+000 adalah sebesar **Rp. 4.015.245.876** (Terbilang empat milyar lima belas juta dua ratus empat puluh lima ribu delapan ratus tujuh puluh enam rupiah)

6.2 SARAN

Berdasarkan data yang kami peroleh dan dari hasil perhitungan bawah pada ruas jalan Ponco-Jatirogo Km 151+000-154+000 Kabupaten Tuban ini belum memerlukan peningkatan ulang. Akan tetapi melihat LHR dan angka pertumbuhan lalu lintas kendaraan bermotor untuk 10 Tahun kedepan dinilai cukup tinggi, kami menyarankan agar dilakukan perawatan secara berkala sehingga jalan dapat berfungsi selama umur rencana.

PENUTUP

Segala Puja dan Puji atas syukur Berkat Rahmat dan Hidayah Allah SWT, akhirnya Proyek Akhir ini dapat terselesaikan dengan judul “ Perencanaan Peningkatan Jalan Ponco – Jatirogo link (032) Km 151+000 (Tuban) – Km 154+000 (Tuban) Propinsi Jawa Timur.

Dengan menyadari keterbatasan kemampuan dan pengetahuan kami sehingga dalam penyusunan Proyek akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik maupun petunjuk demi kesempurnaan Penyusunan Proyek akhir ini.

Semoga penyusunan Proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya maupun pembaca umumnya.

Sebagai akhir kata kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam terselesaikannya penyusunan Proyek akhir ini.

Surabaya, Juli 2009

Penulis

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
1997. **Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).**
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
1983. **Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan
Alat Benkelmen Beam.**
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
1987. **Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur
Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen.** Jakarta
: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Shirley L. Hendarsin. 2000. **Penuntun Praktis Perencanaan
Teknik Jalan Raya.**
- Silvia Sukirman. 1999. **Dasar – dasar Perencanaan Geometrik
Jalan.** Bandung : Nova Bandung.
- Dewan Standarisasi Nasional, SNI 03-3424. **Tata Cara
Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 1994.**
- Nur Iriawan, Ph.D. dan Septin Puji Astuti, S.Si., MT. **Mengolah
Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab14.**

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Arief Hadi Pranata, dilahirkan di Surabaya pada tanggal 12 Agustus 1988, anak ke 1 dari 2 bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh anantara lain :

Sekolah dasar Negeri Kandangan II Surabaya, dilanjutkan pendidikan Sekolah Tingkat Pertama SMP Negeri

20 Surabaya, setelah itu dilanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas SMA GIKI 1 Surabaya, tamat tahun 2006. Penulis mengikuti ujian masuk Proqram studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2006 dan terdaftar dengan NRP. 3106.030.001. Di Program Studi D-III Teknik Sipil ini Penulis mengambil Jurusan Bangunan Transportasi..

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Suryo Purnomo, dilahirkan di Tuban pada tanggal 23 Maret 1988, anak ke 3 dari 3 bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh anatar lain :

Sekolah dasar Negeri Selogabus I Tuban, dilanjutkan pendidikan Sekolah Tingkat Pertama SMP Negeri 1 Tuban, setelah itu dilanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas MAN 1 Tuban, tamat tahun 2006. Penulis mengikuti ujian masuk Program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2006 dan terdaftar dengan NRP. 3106.030.100. Di Program Studi D-III Teknik Sipil ini Penulis Mengambil Jurusan Bangunan Transportasi..

**PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN - ITS**

REVISI PROYEK AKHIR

Nama : Arit Hari Purnama & Suryo Purmono
N r p : 3106.030.001 & 3106.030.100

Judul / Topik Tugas Akhir : Perencanaan Jalan (Link 032)
Ponco - Jatirosa STA 151+000 - 154+000
Provinsi Jawa Timur

Hal-hal yang perlu diperbaiki / direvisi :

1. Plan view lebar jalan
2. Plan view rencana skematik jalan tidak bisa dibaca sepenuhnya
3. B/L (ber minimum) sekuritas
4. PP 34/2006 ketentuan tutupan selokan
5. Detail perencanaan saluran dan mata air ICM 151+000
 - 5.1. Detail tanggul
 - 5.2. Detail waduk beton

Surabaya, 14/07/09

Dosen Penguji
1. D. Indratno Out
2. D. Djoko Sulistiono Joko
3.
4.

Dosen Pembimbing
1. Imam Prayogo Imam
2.

Telah direvisi sesuai dengan perintah diatas

Menyetujui,
Dosen Penguji,

1. D. Djoko Sulistiono Joko
2. D. Indratno Out
3.
4.

Menyetujui,
Dosen Pembimbing,

1. Imam Prayogo Imam
2.



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1.....2.....
Nrp : 1.....2.....
Judul P. A. :
.....
.....
Dosen Pemb. : 1.....2.....

| No. | Tanggal | Tugas / Materi Yang Dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|-----|---------------------|------------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| | 10/06 ⁰⁹ | } diperbaiki dan dikumpulkan | | B | C | K |
| | 12/06 ⁰⁹ | | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 15/06 ⁰⁹ | | | | | |
| | | | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Ket. :
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal