

ANALISIS PERBANDINGAN MUTU BETON NORMAL K250 DAN K350 TERHADAP KADAR SEMEN, *DENSITY*, DAN KUAT TEKAN RATA-RATA BETON

Jamal Mahbub¹⁾, Rendy Dwi Pangesti¹⁾, Roselina Rahmawati¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Kota Semarang, 50275
Email: jamal.mahbub@polines.ac.id

ABSTRAK

Beton merupakan material yang banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Untuk mendapatkan komposisi campuran yang tepat dalam membuat beton ada beberapa standard yang digunakan, diantaranya SNI 03-2834-2000. Penelitian ini membahas penggunaan material agregat kasar berupa batu pecah ex Gringsing, Batang, agregat halus berupa pasir ex Muntilan, Magelang, semen Portland berupa PPC Tipe 1 ex Holcim, dan air artesis Politeknik Negeri Semarang. Dari hasil pengujian mix design beton mutu K250 dan K350 diperoleh komposisi campuran material antara lain terjadi penambahan kadar semen sebesar 62,26 kg, pengurangan kadar agregat halus sebesar 25,31 kg-ssd, dan pengurangan kadar agregat kasar sebesar 37,96 kg-ssd. Dari hasil uji *density* beton diperoleh nilai *density* beton K350 lebih besar 0,101 kg/m³ dibandingkan nilai *density* beton K250. Sedangkan kekuatan tekan beton rata-rata umur 3 hari terdapat selisih sebesar 54,27 kg/m² atau jika dikonversi terhadap umur beton terjadi selisih sebesar 135,675 kg/m².

Kata kunci: Beton, mix design, *density*, kuat tekan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton merupakan material yang paling banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Sifat beton yang mudah dibentuk membuat pelaku konstruksi sering menggunakan beton sebagai bahan utama dalam membuat struktur bangunan.

Perkembangan zaman yang semakin pesat tidak mengurangi penggunaan beton dalam dunia konstruksi. Mutu beton sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik, mekanik, dan kimia suatu material. Untuk mendapatkan mutu suatu beton diperlukan *mix design* agar campuran material yang digunakan efektif dan efisien. Dari hasil *mix design* ini bisa kita dapatkan komposisi masing-masing material untuk mendapatkan mutu sesuai dengan yang direncanakan.

Atas dasar inilah, penulis membuat penelitian tentang komposisi material beton normal sesuai mutu yang direncanakan. Dalam hal ini penulis membuat perbandingan campuran beton normal dengan mutu K250 dan K350 dengan menggunakan material yang sama.

Ruang Lingkup

Pembatasan ruang lingkup penelitian ini bertujuan agar penelitian sesuai koridor dengan judul yang dibuat oleh penulis. Adapun ruang lingkup penelitian ini, yaitu a) Material yang digunakan berupa agregat kasar: batu pecah ex. Gringsing, Batang; agregat halus: pasir ex. Muntilan, Magelang, Semen Portland: PPC Tipe 1 ex. Holcim; air ex sumur artesis Politeknik Negeri Semarang. b) Pengujian dan perencanaan campuran beton (*mix design*) dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Bangunan

Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang. Perencanaan beton normal mengacu pada SNI 03-2834-2000 c) Pengujian sifat fisik dan kimia agregat berdasarkan SNI 2002. d) Pengujian sifat mekanik beton berupa pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI 2002 untuk umur 3 hari pada masing-masing mutu beton.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk a) Mendapatkan perbandingan komposisi campuran pada beton mutu K250 dan K350. b) Membandingkan *density* beton mutu K250 dan K350. c) Mendapatkan perbandingan selisih nilai kuat tekan beton K250 dan K350.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Beton normal (*normal concrete*) merupakan beton yang cukup berat dengan berat volume sekitar 2400 kg/m^3 dengan nilai kuat tekan 15-40 Mpa dan dapat menghantar panas (Tjokrodinuljo, 2007). Menurut SNI 7656:2012, beton terdiri dari agregat, semen hidrolis, air, dan boleh mengandung bahan bersifat semen lainnya dan atau bahan tambahan kimia lainnya. Berdasarkan Frick (2007), Semen Portland menjadi bahan pengikat yang umumnya digunakan pada beton modern. Bahan pengisi atau agregat (*aggregate*) yang terdiri dari agregat halus (*fine aggregate*) berupa pasir dan agregat kasar (*coarse aggregate*) berupa batu pecah (*split*) atau kerikil diperlukan selain bahan pengikat/semen Portland. Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh komposisi agregat, sedangkan air dan semen portland akan bereaksi secara kimia akan menyebabkan material bersifat *cementius*. Akibat sifat *cementius* ini antar agregat terjadi ikatan sehingga material beton menjadi mengeras.

Kekuatan Tekan Beton

Menurut Dipohusodo (1999), kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai 10-65 MPa. Pada struktur beton bertulang umumnya mamakai beton dengan kuat tekan antara 17-30 MPa, sedangkan pada beton prategang menggunakan beton dengan mutu lebih tinggi, berkisar antara 30-45 MPa. Pada kondisi dan penggunaan khusus, beton ready mix mampu mendapatkan mutu hingga 62 MPa namun diperlukan pelaksanaan dan pengawasan yang ketat di laboratorium.

Pengujian menggunakan alat uji tekan dengan penambahan beban yang konstan antara $2-4 \text{ kg/cm}^2$ tiap detik hingga benda uji mengalami keruntuhan.



Gambar 1. Mesin kuat tekan beton

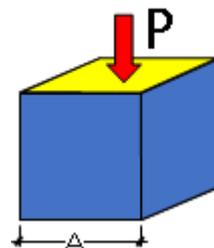
Nilai kekuatan beton dapat dirumuskan sebagai berikut:

Dimana:

K = kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang (cm^2)



Gambar 2. Kuat tekan beton

Menurut Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971, nilai kuat tekan beton hasil pengujian dibandingkan berdasarkan usia dan jenis semen yang digunakan sebagaimana Tabel 1 berikut.

Tabel 1.

Perbandingan kuat tekan beton sesuai umur dan jenis semen

Umur Beton (hr)	3	7	14	21	28
Semen Portland Biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1
Semen Portland Kekuatan Awal Tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1

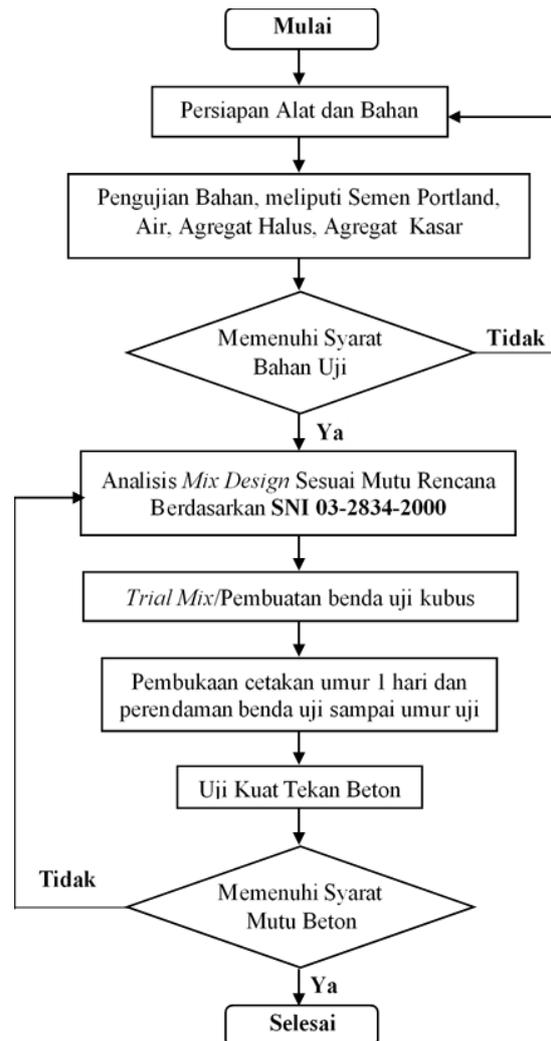
Untuk mendapatkan kuat tekan antara 250-350 kg/cm², Rahmadianty, L. dkk (2017) merekomendasikan menggunakan perbandingan campuran 1:2:2,5 dengan FAS 0,45-0,41, asalkan material agregatnya memenuhi persyaratan kadar lumpur.

METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan pengujian dan penelitian campuran beton dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang sesuai prosedur dalam Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal berdasarkan SNI 03-2834-2000.

Sebelum perencanaan campuran beton normal, perlu adanya pengujian properties terhadap material agregat yang akan digunakan, diantaranya uji gradasi, berat jenis, penyerapan air, kadar air, kadar lumpur, kadar organik, dan uji keausan metode Los Angeles. Selain itu juga dilakukan pengujian air dan semen jika diperlukan.

Prosedur pelaksanaan Perencanaan Campuran Beton Normal seperti terlihat pada Gambar 3. berikut.



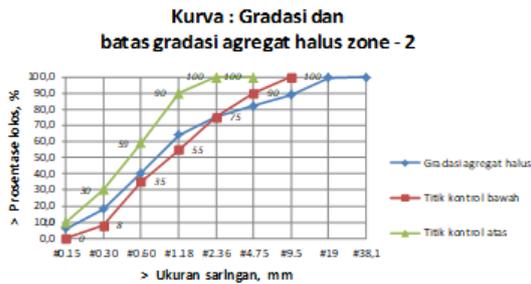
Gambar 3. Flowchart mix design

Material yang telah diuji propertiesnya selanjutnya dilakukan analisis *mix design* sesuai mutu yang direncanakan yaitu K250 dan K350.

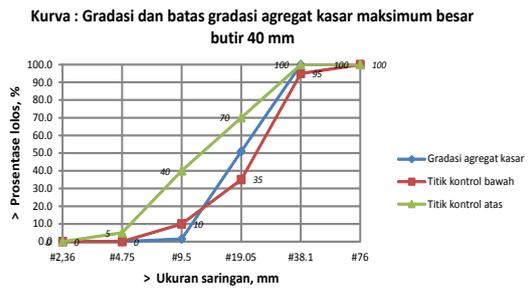
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Properties

Pengujian properties material dilakukan sebelum menganalisis *mix design*. Dari material yang digunakan, diperoleh data analisa ayak sebagaimana Gambar 4 dan gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 4. Gradasi agregat halus



Gambar 5. Gradasi agregat kasar

Gambar 4 di atas menunjukkan gradasi agregat halus termasuk dalam batas zona 2. Sedangkan gradasi agregat kasar berdasarkan Gambar 5 di atas menunjukkan ukuran agregat maksimum adalah 40 mm.

Hasil pengujian berat jenis, penyerapan air, dan kadar air agregat ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2.

Hasil pengujian berat jenis, penyerapan air, dan kadar air agregat

Jenis Agregat	Berat Jenis (ssd)	Penyerapan Air (%)	Kadar Air (%)
Ag. Halus	2,63	2,43	8,95
Ag. Kasar	2,67	2,49	2,15

Sedangkan hasil pengujian berat isi, kadar lumpur, dan keausan agregat seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3.

Hasil pengujian berat isi, kadar lumpur, dan keausan Los Angeles

Jenis Agregat	Berat Isi (kg/l)	Kdr Lumpur (%)	Keausan LA (%)
Ag. Halus	1,40	9,46	-
Ag. Kasar	1,26	0,36	7,77

Komposisi Campuran Material Beton

Dari hasil analisis *mix design* beton dengan mutu K250 dan K350 didapatkan campuran sebagaimana Tabel 4, 5, dan 6 berikut.

Tabel 4.

Data analisis *mix design* beton K250

LABORATORIUM UJI BAHAN BANGUNAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI SEMARANG

Jl. Prof. Sudarto S.H. Di. Tambakporo Pos 6199 / SMS Semarang 50061
Telp. (024) 747411, 7469420 (Paling) Fax. 472396
http://member.unp.ac.id/cek-gradasi.html; poli-usg@skolani.id

MIX DESIGN BETON SNI 03 - 2834 - 2000

No	URAIAN	Tabel/ Grafik Perhitungan	NILAI
1	Kuat Tekan yang disyaratkan	Ditetapkan	250 Kg/cm ² pada 28 hari
2	Standar Deviasi rencana	Batr 4.2.3.1.1) (2) Tabel 1	bagian cacat 3 persenKg/cm ² atau tanpa data 80 Kg/cm ²
3	Nilai tambah (Margin)	Batr 4.2.3.1.2)	(k = 1,64) 1,64 x 80 = 131,2 Kg/cm ²
4	Kekuatan tekan rata-rata yang di tuntut	Batr 4.2.3.1.3)	250 + 131,2 = 381,2 Kg/cm ²
5	Jenis semen	Ditetapkan	PCC Jenis I/PU ex. Holcim
6	Jenis agregat : kasar		Br. Pecah medan ex. Griengsing
7	Jenis agregat : halus		Alami ex. Muarlan
7	Faktor air semen bebas	Tabel 2 Grafik 1 atau 2	0,56 } (ambil yang terendah)
8	Faktor air semen maksimum	Batr 4.2.3.2.2)	0,60
9	Slump	Ditetapkan	Slump : 60 - 75 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Batr 4.2.3.3	40 mm
11	Kadar air bebas	Ditetapkan	185 kg/m ³
12	Jumlah semen	Tabel 3.4.5	185 x 0,56 = 330,36 kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Batr 4.2.3.5	11 : 8 atau 7
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	- kg/m ³
15	Faktor air semen yang disesuaikan	Batr 4.2.3.2	325,0 kg/m ³ (dipakai, bila lebih besar dari 12, lalu hitung 15)
16	Susunan besar butir agregat halus	Tabel 4.5.6	
17	Susunan butir agregat kasar atau gabungan	Grafik 3 a/d 6 Grafik 7,8,9 atau Tabel 7	Daerah gradasi susunan butir 2
18	Persen agregat halus	Grafik 10,11,12 Grafik 13 a/d 15 atau perhitungan	40 %
19	Berat jenis relatif, agregat temuh air permukaan kering	Ditetahui / dianggap	2,65 dikotaini / dianggap
20	Berat jenis beton	Grafik 16	2,401,0 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	20 - (12 - 11)	2,401 - 330,36 - 185 = 1,885,64 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18 x 21	40% x 1,885,64 = 754,26 kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	21 - 22	1,885,64 - 754,26 = 1,131,39 kg/m ³

Tabel 5.
Data analisis *mix design* beton K350
LABORATORIUM UJI BAHAN BANGUNAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI SEMARANG

MIX DESIGN BETON SNI 03 - 2834 - 2000			
No	URAIAN	Tabel / Grafik Perhitungan	NILAI
1	Kuat Tekan yang disyaratkan	Ditentukan	350 Kg/cm ² pada 28 hari bagian cacat 5 persen
2	Standar Deviasi rencana	Butir 4.2.3.1.1.(2) Tabel 11 Kg/cm ² atau tanpa data 80 Kg/cm ²
3	Nilai tambah (Margin)	Butir 4.2.3.1.2	(k = 1,64) 1,64 x 80 = 131,2 Kg/cm ²
4	Kekuatan tekan rata-rata yang di targetkan	Butir 4.2.3.1.3	350 + 131,2 = 481,2 Kg/cm ²
5	Jenis semen	Ditentukan	PCC Jenis I-PU ex <i>Holcim</i>
6	Jenis agregat : kasar		Bt. Pecah mesin ex <i>Gringsing</i>
6	Jenis agregat : halus		Alami ex <i>Pasir Muatilan</i>
7	Faktor air semen bebas	Tabel 2 Grafik 1 atau 2	0,47 (ambil yang terendah)
8	Faktor air semen maksimum	Butir 4.2.3.2.2	0,60
9	Slump	Ditentukan Butir 4.2.3.3	Slump : 60 - 75 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditentukan Butir 4.2.3.4	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 3.4.5 Butir 4.2.3.5	185 kg/m ³
12	Jumlah semen	11 : 8 atau 7	185 : 0,47 = 393,62 kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditentukan	Ag/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditentukan Butir 4.2.3.2 Tabel 4.5.6	325,0 kg/m ³ (dipakai bila lebih besar dari 12, lalu hitung 15)
15	Faktor air semen yang disesuaikan		
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 s/d 6	Daerah gradasi susunan butir 2
17	Susunan butir agregat kasar atau gabungan	Grafik 7,8,9 atau Tabel 7	
18	Persen agregat halus	Grafik 10,11,12 Grafik 13 s/d 15 atau perhitungan	40 %
19	Berat jenis relatif, agregat jemah air permukaan kering	Diketahui / dianggap	2,65 dikatani / dianggap
20	Berat jenis beton	Grafik 16	2.401,0 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	20 - (12 - 11)	2.401 - 393,62 - 185 = 1.822,38 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18 x 21	40 % x 1.822,38 = 728,95 kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	21 - 22	1.822,38 - 728,95 = 1.093,43 kg/m ³

Tabel 6.
Perbandingan komposisi campuran beton K250 dan K350

Proporsi camp/ m ³	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)- ssd	Bt. Pecah (kg)- ssd
K250	330,36	190	754,26	1131,39
K350	393,62	190	728,95	1093,43

Uji Kuat Tekan Beton Normal

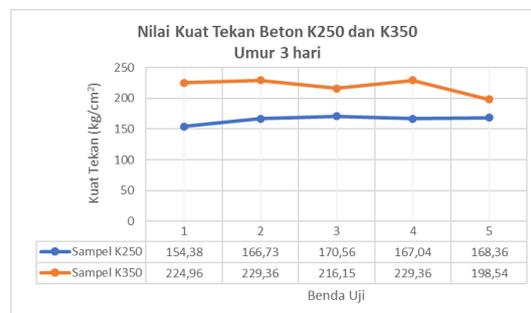
Berdasarkan proporsi campuran hasil *mix design*, selanjutnya dilakukan trial mix menggunakan benda uji berupa kubus. Hasil uji kuat tekan beton umur 3 hari pada masing-masing mutu beton seperti terlihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5.
Kuat tekan beton K250 dan K350 umur 3 hari

Kode Mutu Beton	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Berat Isi (kg/m ³)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
K250				
- BU-1	7900	225	2,341	154,38
- BU-2	8100	225	2,400	166,73
- BU-3	8200	225	2,430	170,56

- BU-4	8100	225	2,400	167,04
- BU-5	8200	225	2,430	168,36
Rata-rata			2,400	165,41
K350				
- BU-1	8500	225	2,519	224,96
- BU-2	8400	225	2,489	229,36
- BU-3	8500	225	2,519	216,15
- BU-4	8400	225	2,489	229,36
- BU-5	8400	225	2,489	198,54
Rata-rata			2,501	219,68

Berdasarkan tabel di atas, kuat tekan beton rata-rata pada umur 3 hari untuk beton K250 sebesar 165,41 kg/cm². Sedangkan untuk beton K350 sebesar 219,68 kg/cm².



Gambar 6. Grafik uji tekan beton K250 dan K350 umur 3 hari

Pembahasan

Dari hasil *mix design* beton dengan mutu K250 dan K350, didapatkan beberapa data sebagai berikut:

1. Proporsi campuran beton K250 tiap m³ adalah semen portland 330,36 kg, air 190 kg, pasir 754,26 kg-ssd, dan batu pecah 1131,39 kg-ssd.
2. Proporsi campuran beton K350 tiap m³ adalah semen portland 393,62 kg, air 190 kg, pasir 728,95 kg-ssd, dan batu pecah 1093,43 kg-ssd.
3. Hasil uji kuat tekan rata-rata beton K250 165,41 kg/cm². Sedangkan untuk beton K350 sebesar 219,68 kg/cm².

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan material pada jenis yang sama dalam membuat campuran beton dengan mutu yang berbeda (K250 dan K350) terdapat penambahan kadar semen sebesar 63,26 kg, namun terjadi pengurangan agregat halus sebesar 25,31 kg-ssd dan agregat kasar sebesar 37,96 kg-ssd.
2. Perbedaan proporsi campuran material menyebabkan beton dengan mutu K350 mempunyai *density* yang lebih besar dibandingkan beton mutu K250, yaitu mempunyai selisih *density* rata-rata sebesar 0,101 kg/m³.
3. Dari hasil trial mix, diperoleh selisih nilai kuat tekan rata-rata beton K250 dan K350 pada umur 3 hari sebesar 54,27 kg/m². Sehingga jika dikonversi terhadap umur beton, selisih nilai kuat tekan rata-rata beton K250 dan K350 sebesar 135,675 kg/m².

Saran

Agar penelitian desain komposisi campuran (*mix design*) hasilnya lebih bagus, ada beberapa saran yang perlu dilaksanakan, antara lain:

1. Adanya pengujian kuat tekan beton di umur 7, 14, 21, dan 28 hari agar bisa membandingkan nilai mutu betonnya dengan tepat, khususnya pada uji kuat tekan beton umur 28 hari.
2. Penambahan mutu beton yang lain dalam pengujian *mix design* dengan material yang sama.

3. Pengujian *mix design* bisa menggunakan material dari daerah lain namun dengan desain mutu yang sama, sehingga kedepannya bisa memperkirakan tren penambahan maupun pengurangan material dalam mendesain campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*. SNI 03-2834-2000. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa*. SNI 7656:2012. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1971). *Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dipohusodo, Istimawan. (1999). *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T15-1991-03*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Frick, H. & Setiawan, P. L. (2007). *Ilmu Konstruksi Struktur Bangunan: Cara Membangun Kerangka Gedung*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rahmadianty, L. dkk. (2017). *Analisa Campuran Beton Dengan Perbandingan Volume dan Pengamatan Karakteristik Beton Mutu Sedang*. Jurnal Karya Teknik Sipil Vol. 6 No. 2 Teknik Sipil Undip. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Tjokrodinuljo. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit.