



## ANALISIS STRUKTUR ATAS GEDUNG ASRAMA PUTRI KAMPUS II SMKKN MANOKWARI MENGGUNAKAN METODE KEKUATAN BATAS

Ramla Arfayani Umarella<sup>1)</sup>, Pieter Lourens Frans<sup>2)</sup>, Delvia Rimesye Apalem<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

umarellaramla@gmail.com<sup>1)</sup>, pflourens@gmail.com<sup>2)</sup>, delviarimesye@gmail.com<sup>3)</sup>

### ARTICLE HISTORY

Received:

February 3, 2026

Revised

February 15, 2026

Accepted:

February 23, 2026

Online available:

March 18, 2026

### Keyword:

Internal forces, Structure, Ultimate strength

### \*Correspondence:

Name: Ramla Arfayani Umarella

E-mail:

umarellaramla@gmail.com

Kantor Editorial

Politeknik Negeri Ambon

Pusat Penelitian dan Pengabdian

Masyarakat

Jalan Ir. M. Putuhena, Wailela-

Rumahtiga, Ambon Maluku,

Indonesia

Kode Pos: 97234

### ABSTRACT

*A building structure is an assembly and arrangement of various elements designed in such a way that it can withstand external and self-loads without experiencing deformation beyond allowable limits. The construction of the female dormitory building at Campus II of SMKKN Manokwari has not yet been carried out according to the plan; therefore, a structural analysis is necessary to determine the magnitude of the internal forces acting and the reinforcement system. The method used is the limit strength method with the assistance of SAP2000 v.22 software. Based on the analysis results, the forces acting on the cross-section are an average support moment of 56.33 kN-m, an average field moment of 34.28 kN-m, an average shear force of 72.81 kN, and an axial force on the column of 250.08 kN. The reinforcement calculations resulted in reinforcement for the column, beam, and slab cross-sections using D16 bars, with shear reinforcement using Ø10 bars, thus classifying the cross-section as under-reinforced.*

**Keywords :** Internal forces, Structure, Ultimate strength

### 1. PENDAHULUAN

Struktur bangunan merupakan kesatuan dan susunan berbagai elemen yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menahan beban eksternal dan beban sendiri tanpa mengalami perubahan bentuk yang melebihi batas yang diperbolehkan. Oleh karena itu, struktur bangunan memegang peranan penting dalam konstruksi, sehingga analisis struktur wajib dilakukan dalam tahap perencanaan. (Nurhaliza, 2021)

Metode kekuatan batas menganut nilai tegangan sebanding linier dengan regangan sampai tercapainya tegangan leleh akan tetapi bila beban terus meningkat maka hubungan tegangan dan regangan tidak lagi linier. Menurut catatan sejarah, sebenarnya perencanaan kuat batas adalah pertama dalam

perencanaan struktur beton karena beban atau momen batas (ultimate) dapat dicari langsung berdasarkan percobaan uji beban tanpa perlu mengetahui besaran atau distribusi tegangan internal pada penampang yang diuji. Kemudian keruntuhan akibat geser pada balok, diketahui bahwa transfer beban ke tumpuan melalui mekanisme momen lentur dan gaya geser yang terjadi secara bersamaan. (Soselisa et al., 2022)

Gedung asrama putri kampus II SMKKN Manokwari terdiri dari 2 lantai, yang merupakan tempat hunian yang ditujukan untuk para mahasiswi kampus II SMKKN Manokwari di Sorong. Dalam pelaksanaan ada beberapa elemen struktur yang tidak sesuai dengan perencanaan. Hal tersebut menimbulkan pertanyaan apakah struktur yang dibangun mampu



menahan beban-beban yang bekerja sehingga memenuhi standar keamanan setelah mengalami perubahan tersebut. Oleh karena itu, penulis merasa perlu dilakukannya analisis struktur atas serta sistem penulangan elemen struktur atas gedung asrama putri kampus II SMKKN Manokwari.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Balok

Mengacu pada teori beton bertulang yang dikemukakan oleh Asroni (2017), Desain balok yang mempunyai tulangan tekan ( $A_s'$ ) penampangnya secara teoritis dibagi menjadi dua bagian. Dengan menggunakan semua asumsi besar regangan beton ( $\epsilon_c$ ) dan regangan tulangan baja ( $\epsilon_y$ ) maka, dapat menghitung gaya tarik  $T_1+T_2$  dan gaya tekan  $C_1+C_2$ . Berdasarkan SNI 2847:2013 untuk perhitungan tulangan balok menggunakan rumus sebagai berikut:

#### Bagian 1:

$$\text{Gaya Tarik : } T_1 = A_{s1} f_y \quad \dots(1)$$

Kuat Tarik momen rencana :

$$M_{n1} = A_s - A_s' f_y (d - a_2) \quad \dots(2)$$

Gaya tekan :

$$C_1 = 0.85 f_c a b \quad \dots(3)$$

Kuat tekan momen rencana :

$$M_{n1} = 0.85 f_c a b (d - a_2) \quad \dots(4)$$

#### Bagian 2:

$$\text{Gaya Tarik : } T_2 = A_{s2} f_y \quad \dots(5)$$

Kuat Tarik momen rencana :

$$M_{n2} = A_s' f_y (d - d') \quad \dots(6)$$

Gaya tekan :

$$C_2 = A_s' (600 (c - d') - 0.85 f_c) \quad \dots(7)$$

Kuat tekan momen rencana :

$$M_{n2} = A_s' (600 (c - d') - 0.85 f_c) (d - d') \quad \dots(8)$$

Total momen rencana :

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} \text{ atau dituliskan} \quad \dots(9)$$

Momen rencana tarik :

$$M_n = (A_s - A_s') f_y (d - a_2) + A_s' f_y (d - d') \quad \dots(10)$$

Momen rencana tekan :

$$M_n = 0.85 f_c a b (d - a_2) + A_s' (600 (c - d') - 0.85 f_c) (d - d') \quad \dots(11)$$

#### Dimana :

a = tinggi penampang tegangan yang dihitung dengan :

$$a = A_s f_y - A_s' f_s' 0,85 f_c b$$

$A_{s1}$  = luas tulangan longitudinal Tarik =

$$A_{s1} = (A_s - A_s')$$

$A_s'$  = luas tulangan longitudinal Tekan =  $A_{s2} = A_s'$

$d'$  = tebal beton pelindung tulangan

$d$  = tinggi efektif balok

$f_y$  = kuat leleh dari tulangan

### 2.2 Kolom

#### a. Tulangan Longitudinal

Berdasarkan pada SNI 2847:2019, Batasan pada tulangan longitudinal  $f_{pe} < 1,6 \text{ MPa}$ , luas tulangan longitudinal harus sekurang-kurangnya  $0,01 A_g$ , namun tidak boleh melebihi  $0,08 A_g$ .

Untuk kolom komposit dengan inti baja struktural, luas tulangan longitudinal yang berada di dalam tulangan transversal harus sekurang-kurangnya  $0,1(A_g - A_{sx})$ , namun tidak boleh melebihi  $0,08(A_g - A_{sx})$ .

Luas minimum tulangan geser,  $A_v$  min harus disediakan disemua wilayah dimana  $V_u > 0.5 \phi V_c$ . Bila tulangan geser diperlukan,  $A_v$  min harus lebih besar dari a) dan b):

$$a) 0.062 \sqrt{f_c} b_w S_{fy} \quad \dots(12)$$

$$b) 0,35 b_w S_{fy} \quad \dots(13)$$

#### b. Tulangan Transversal

Senggang ikat harus terdiri dari tulangan ulir berbentuk Senggang tertutup dengan spasi sesuai ketentuan a) dan b):

a) Spasi bersih minimum (4/3) diameter agregat kasar maksimum tumpuhnya, dan harus memenuhi ketentuan pada SNI 2847:2019.  $b_{min} = 300 \text{ mm}$ , dengan rumus sebagai berikut ;  
 $b/h \geq 0,4$  dan  $L/b \leq 16$

b) Spasi pusat ke pusat Senggang tidak melebihi nilai terkecil dari 16 db tulangan longitudinal, 48 db sengkang ikat, dan dimensi terkecil komponen struktur.

### 2.3 Plat

Perhitungan tulangan plat merujuk pada teori desain plat beton bertulang menurut Agus Setiawan (2016) serta mengutip Edward G. Nawy (2010) dalam beton bertulang (Suatu Pendekatan Dasar). Adapun rumus perhitungan tulangan plat adalah sebagai berikut:

#### Momen penampang atau nominal $M_n$

$$M_n = M_u / \phi \quad \dots(14)$$

Momen Nominal

$$M_n = M_u / \phi \quad \dots(15)$$

#### Menentukan rasio tulangan

a. Rasio tulangan minimum

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y \quad \dots(16)$$



b. Rasio tulangan balance  
 $\rho_b = \beta_1 \times 0.85 \times f'_c / f_y \times (600 / (600 + f_y)) \dots(17)$

c. Rasio Tulangan maksimum  
 $\rho_{max} = 0.75 \times \rho_b \dots(18)$

Luas tulangan As aktual dihitung menggunakan persamaan :  
 $M_n = A_s f_y (d - a/2)$  atau  $A_s = M_n / f_y (d - a/2)$   
 $\dots(19)$

Anggapan untuk :  $j d = (d - a/2) = 0.85$  s/d  $0.9 d$   
 $\dots(20)$   
 $A_s = M_n / f_y j d \dots(21)$

Pilih tulangan aktual  
 Tulangan yang digunakan dipilih dari tebal atau dapat dihitung :

Tulangan susut dan suhu atau pembagi yang digunakan:  
 $0.0018 b d \dots(22)$

Jarak maksimum yang diizinkan =  $3 d \dots(23)$

Kontrol rasio tulangan :  
 $\rho = A_s / b d \dots(24)$   
 $\rho_{minimum} < \rho < \rho_{maksimum} \dots \dots \dots OK$

**Hitung nominal Mn**  
 $A = A_s f_y / 0.85 f'_c b \dots(25)$

$M_n = A_s f_y (d - a/2) \dots(26)$

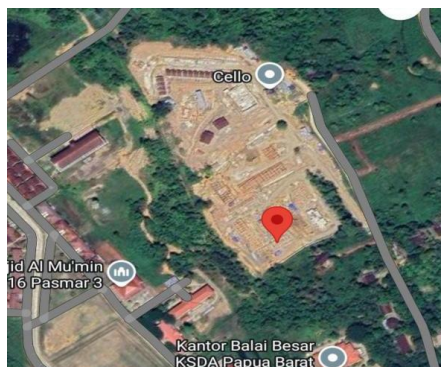
$\phi M_n = \phi \times M_n \dots(27)$

Periksa momen rencana :  $\phi M_n \geq M_u OK$

**3. METODOLOGI**

**3.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini berada di Kelurahan Klabilim, Distrik Sorong Timur, Kota Sorong, Provinsi Papua Barat.



**Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian**  
 (Sumber : Google Maps, 2025)

**3.2 Jenis Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa *As Built Drawing* dan *Shop Drawing*.

**3.3 Teknik Pengumpulan Data Teknik**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data sekunder dari pihak pelaksana konstruksi yaitu PT. Relis Sapindo Utama, data-data berupa *As Built Drawing* dan *Shop Drawing* dari proyek pembangunan gedung asrama putri kampus II SMKKN Manokwari.

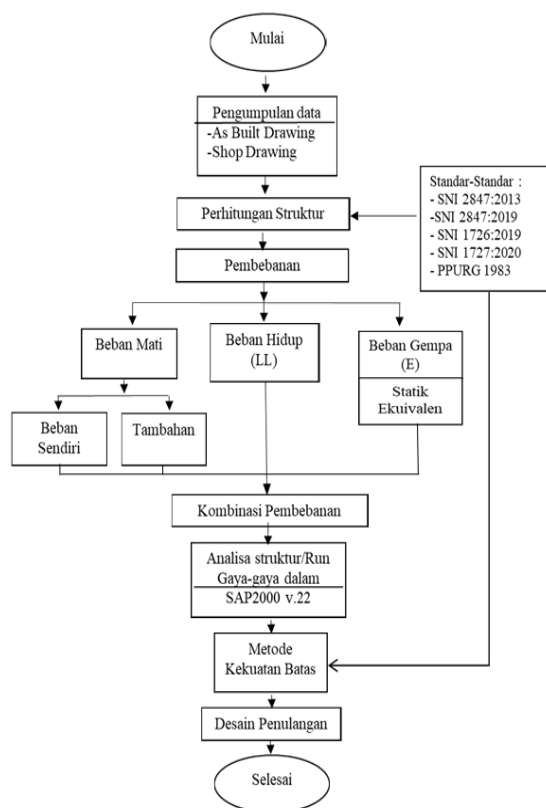
**3.4 Sumber Data**

Dokumen-dokumen terkait proyek yang didapatkan dari pihak pelaksana pada proyek pembangunan gedung asrama putri kampus SMKKN II Manokwari yaitu PT. Relis Sapindo Utama.

**3.5 Metode Analisa**

Dalam penelitian ini menggunakan metode kekuatan batas untuk mendesain tulangan dan untuk menganalisa gaya dalam menggunakan program software SAP 2000 v.22.

**3.6 Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 2. Diagram Alir Penelitian**  
 (Sumber : Penulis, 2025)



**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Desain Penulangan Balok**

**a. Tulangan Longitudinal**

Hasil analisis terhadap balok dengan lebar penampang 250 mm, tinggi penampang 500 mm, tebal selimut beton 40 mm dengan kuat tekan beton sebesar 26,4 MPa dan tegangan leleh baja sebesar 420 MPa, berdasarkan hasil perhitungan digunakan tulangan 3D16 untuk tumpuan dan 2D16 untuk tulangan daerah lapangan, dengan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Tulangan Longitudinal Balok**

	Balok		Satuan
	Tumpuan	Lapangan	
Fc'	26.4		MPa
fy	420		MPa
Mu	75,96	33.86	kNm
Mn	84.4	37.62	kNm
d	442	442	mm
$\rho_b$	0.02671	0.02671	-
$\rho$ maks	0.02004	0.02004	-
$\rho$ min	0.00333	0.00333	-
jd	397.8	397.8	mm
As perlu	505.16	225.18	mm <sup>2</sup>
As pakai	3 D16	2 D16	mm <sup>2</sup>
	= 602.88	= 628.32	mm <sup>2</sup>
$\phi M_n$	95.5839	64.8654	kNm
Mn ≥ Mu	95.5839 ≥ 75.96	64.8654 ≥ 33.86	kNm

Sumber : Penulis, 2025

**b. Tulangan Geser**

perhitungan untuk tulangan geser dengan gaya geser ultimit rencana (Vu) sebesar 88.07 kN, faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ ) = 0.75 kN dan tegangan leleh tulangan geser (fy) = 240 MPa, sehingga tulangan geser yang digunakan pada balok 250 mm x 500 mm yaitu Ø 10-180 mm, hasil perhitungan gaya geser dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Perhitungan Tulangan Geser Balok**

Tulangan Geser Balok		
Vu	88.07	kN
$\phi$	0.75	kN
fy	240	MPa
d	442	mm
Vc	94.63	kN
$\phi \times V_c$	70.97	kN

$\phi v_s$	17.10	kN
Vs	22.8	kN
Av/s perlu	0.215	mm <sup>2</sup>
s	180	mm
Av/s pakai	0.872	mm <sup>2</sup>
Av /s pakai > Av/sperlu	0.872 > 0.215	mm <sup>2</sup>

Sumber : Penulis, 2025

**4.2 Desain Penulangan Kolom**

**a. Tulangan Longitudinal**

Kolom berdimensi 400 mm x 400 mm dengan kuat tekan beton (fc) = 26.4 MPa, tegangan leleh baja (D) = 420 MPa dan tebal selimut (ts) = 40 mm, dengan gaya aksial akibat beban terfaktor (Pu) = 250.08 kN serta momen ultimate akibat beban terfaktor (Vu) sebesar 18.95 kN, luas tulangan yang digunakan yaitu D16 sehingga memenuhi syarat Ast > 0.06 dan Ast < 0.06 Ag dan  $\phi P_n > P_u$ , seperti yang tertera pada Tabel 3 dibawah ini:

**Tabel 3. Perhitungan Tulangan Kolom**

Kolom		
fc	26.4	MPa
D	420	MPa
$\phi$	240	MPa
Pu	250.08	kN
Mu	42.55	kNm
<b>ds</b>		
ds	58	mm
Ag	0.16	mm
Pu	950.4	kN
As	D16	mm
n	200.96	mm <sup>2</sup>
Ast	1607.68	mm <sup>2</sup>
Ag	160000	mm <sup>2</sup>
$\rho$	0.01	-
Ag x 0.01	1600	mm <sup>2</sup>
Ag x 0.06	9600	mm <sup>2</sup>
Ast > 0.01 Ag	1607.68 > 1600 (OK)	mm <sup>2</sup>
Ast < 0.06 Ag	1607.68 < 9600 (OK)	mm <sup>2</sup>
S	284	mm
$\phi P_n$	2749.207	kN
$\phi P_n > P_u$	2749.207 > 250.08 (OK)	kN

Sumber : Penulis, 2025



**b. Tulangan Geser**

Kolom dengan gaya geser ultimit rencan ( $V_u$ ) = 18.95 kNm, faktor reduksi kekuatan geser sebesar 0.75 dan tegangan leleh tulangan geser ( $f_y$ ) = 240 MPa, dengan perhitungan tulangan geser untuk kolom 400 mm x 400 mm didapat hasil tulangan geser yang digunakan yaitu P10-180, dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4. Perhitungan Tulangan Geser Kolom**

Tulangan Geser		
$V_u$	18.95	kN
$\phi$	0.75	-
$f_y$	240	MPa
$d_s$	58	mm
$d$	342	mm
$V_c$	117.15	kN
$\phi v_c$	87.86	kN
$V_u/\phi$	25.27	kN
$d/2$	171	mm
Jarak sengkang yang digunakan yaitu 180 mm		

Sumber : Penulis, 2025

**4.3 Desain Penulangan Plat**

**a. Penulangan Plat Dua Arah**

$$\beta = \frac{L_y}{L_x} = \frac{375}{375} = 1.0 \leq 2, \text{ Jadi jenis plat dua arah}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka plat dengan ukuran 375 cm x 375 cm termasuk dalam jenis plat dua arah karena diperoleh hasil perhitungan  $\leq 2$ , selanjutnya untuk perhitungan penulangan dengan kuat tekan beton ( $f_c$ ) = 26.4 MPa dan tegangan leleh baja ( $f_y$ ) = 240 MPa, dari hasil perhitungan tulangan yang digunakan untuk daerah tumpuan yaitu D10 – 125 sehingga memenuhi  $M_n \geq M_u = 14.448 \text{ kNm} \geq 5.625 \text{ kNm}$ , sedangkan untuk daerah lapangan digunakan tulangan D10 – 125 dan memenuhi  $M_n \geq M_u = 11.656 \text{ kNm} \geq 2.272 \text{ kNm}$ . Hasil perhitungan penulangan plat dua arah daerah lapangan dan tumpuan dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Penulangan Plat Dua Arah**

	Plat Dua Arah		Satuan
	Tumpuan	Lapangan	
$F_c'$	26.4		MPa
$f_y$	240		MPa
$M_u$	5.625	2.272	kNm
$M_n$	7.03	2.84	kNm

$\rho_b$	0.0568	0.0568	-
$\rho$ maks	0.0426	0.0426	-
$\rho$ min	0.00583	0.00583	-
$j_d$	90	90	mm
As perlu	325.46	131.48	mm <sup>2</sup>
As pakai	D10 – 125 = 627.32	D10 – 125 = 628.32	mm <sup>2</sup>
$\phi M_n$	14.448	11.656	kNm
$M_n \geq M_u$	14.448 $\geq$ 5.625	11.656 $\geq$ 2.272	kNm

Sumber : Penulis, 2025

**b. Plat Satu Arah**

$$\beta = \frac{L_y}{L_x} = \frac{375}{175} = 2.14 \geq 2, \text{ Jadi jenis plat satu arah}$$

Plat berukuran 175 cm x 375 cm merupakan jenis plat satu arah karena berdasarkan perhitungan diperoleh  $\geq 2$ , kemudian untuk perhitungan tulangan plat satu arah dengan kuat tekan beton ( $f_c$ ) = 26.4 MPa dan tegangan leleh baja ( $f_y$ ) = 240 MPa, digunakan tulangan D10-125 untuk daerah tumpuan dan lapangan, karena memenuhi  $M_n \geq M_u = 14.448 \text{ kNm} \geq 1.71 \text{ kNm}$  untuk daerah tumpuan dan  $M_n \geq M_u = 11.656 \text{ kNm} \geq 1.10 \text{ kNm}$  untuk daerah lapangan. Hasil perhitungan penulangan plat satu arah dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 6. Penulangan Plat Satu Arah**

	Plat Satu Arah		Satuan
	Tumpuan	Lapangan	
$F_c'$	26.4		MPa
$f_y$	240		MPa
$M_u$	1.71	1.10	kNm
$M_n$	2.14	1.38	kNm
$\rho_b$	0.0568	0.0568	-
$\rho$ maks	0.0426	0.0426	-
$\rho$ min	0.00583	0.00583	-
$j_d$	90	90	mm
As perlu	99.07	63.55	mm <sup>2</sup>
As pakai	D10 – 125 = 627.32	D10 – 125 = 628.32	mm <sup>2</sup>
$\phi M_n$	14.448	11.656	kNm
$M_n \geq M_u$	14.448 $\geq$ 1.71	11.656 $\geq$ 1.10	kNm

Sumber : Penulis, 2025

**5. PENUTUP**

**5.1. Kesimpulan**

Hasil analisis struktur diperoleh tulangan untuk penampang kolom, balok dan plat menggunakan



dimensi tulangan terbesar yaitu D16 dengan tulangan geser menggunakan tulangan  $\emptyset 10$  sehingga termasuk dalam penampang *under-reinforced*. Kondisi dimana tulangan tarik yang dipakai berada diantara kondisi minimum dan maksimum. Keruntuhan ditandai dengan lelehnya tulangan baja.

## 5.2. Saran

1. Apabila terjadi perubahan dimensi struktur pada saat pelaksanaan di lapangan perlu dilakukannya analisis struktur agar dapat memastikan apakah struktur tersebut aman atau tidak setelah dilakukan perubahan.
2. Saran untuk penelitian selanjutnya dilakukan analisis mengenai kestabilan struktur, karena posisi gedung yang berada di wilayah Sorong dalam Kategori Desain Seismik (KDS) yang cukup tinggi, sehingga perlu dilakukannya penelitian mengenai hal tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan, 2016. Perencanaan Struktur Beton Bertulang (Berdasarkan SNI 2847 : 2013). Penerbit Muhammadiyah University Press, Surakarta.
- Asroni Ali, 2017. Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang (Berdasarkan SNI 2847 : 2013). Penerbit ERLANGGA, Jakarta.
- Edward G. Nawy, 2010. Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar), Penerbit PT. REFIKA ADITAMA, Bandung.
- Nurhaliza, N. (2021). analisis kekuatan struktur balok dan pelat lantai akibat rencana alih fungsi gedung rektorat menjadi gedung perpustakaan universitas jambi (Doctoral dissertation, teknik sipil).
- SNI 2847 : 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI, 2847. (2019) Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Jakarta: BSN, 2019.
- Soselisa, J. F., Frans, P. L., & Hutubessy, V. R. (2022). Tinjauan Perhitungan Struktur Atas Pada Gedung Auditorium Iain Kota Ambon Dengan Metode Kekuatan Batas. *Journal Agregate*, 1(1), 58-64.