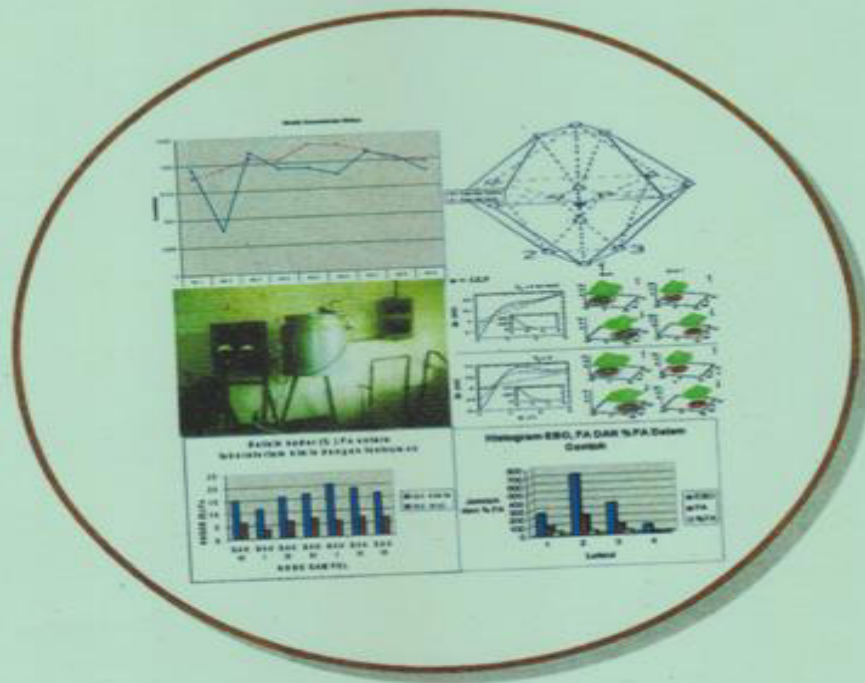


Volume 9 Nomor 1 Juni 2008

ISSN 1411-6502

CHEMICA

Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia



JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
2008

CHEMICA

ISSN 1411-6502

Jurnal Tengah Tahunan : Juni - Desember

CHEMICA adalah jurnal yang memuat informasi ilmiah bidang kimia dan pendidikan kimia berupa hasil penelitian, telaah pustaka, opini, makalah teknis, dan kajian buku.

Ketua Dewan Penyunting
Dr.rer.nat.H.Muharram,M.Si

Dewan Penelaah:

Prof. Dr. Ir. T. Harlim (UNHAS)
Dr.rer.nat.H.Ahmad Mudzakir,M.Si.(UPI)
Dr. H. Tabrani Gani, M.Pd. (UNM)
Dr. Sudding, M.S (UNM)
Dr.rer.nat.H.Asrial,M.Si.(UNJA)
Drs.H.Muhammad Yudi,M.Si.(UNM)
Drs.Alimin, MS. (UNM)
Dr.rer.nat.H.A. Zaeni,M.Si. (UNHALU)

Dewan Penyunting :

Muhammad Syahrir, S.Pd.,M.Si.
Drs. Darmirio, M.Si.
Drs. H. Muh. Yunus, M.Si.
Dra.Hj.Army Auliah,M.Si.
Dra. Ramlawati, M.Si.
Iwan Dini, S.Si., M.Si.
Jusniar, S.Pd., M.Pd.

CHEMICA diterbitkan oleh Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar (UNM)

Alamat Redaksi dan Penerbit
Jurusan Kimia, Fakultas MIPA UNM
Jl. Dg Tata Parangtambung, Makassar 90224
Telp. 0411-840295; email : chemica@unm.ac.id

Tahun pertama terbit: 2000

DAFTAR ISI

No.	Judul	Halaman
1.	Analisis Kadar Silikat (SiO_2) Dalam Air Laut Pasang-Surat Di Teluk Awerange Kabupaten Barru Ismail Marzuki & Siti Aminah.....	1 - 9
2.	Perbandingan Prestasi Belajar Siswa yang Mengikuti Bimbingan Belajar dan Siswa yang tidak Mengikuti Bimbingan Belajar (Studi Pada Kelas III IPA SMU Negeri 5 Makassar). Taty Sulastri	10 - 16
3.	Pemanfaatan Zeolit Alan, Teraktifkan (Aktivasi Fisik) Sebagai Pemukar Kation Pada Penurunan Kesadahan Air Yang Mengandung Ion Magnesium Ratnawaty M. Amir.....	17 - 24
4.	Hubungan Asupan Gizi dengan Berat Badan Pada Pasien Pra dan Post Operatif Di RSUD Labuang Baji Nurfiah.....	25 - 34
5.	Manipulasi Medan Magnetik Pada Ikatan Kimia Untuk Suatu Molekul Buatan Muh. Tawil & Dominggus Tahya.....	35 - 43
6.	Aplikasi Pembelajaran Aktif Muhammad Anwar	44 - 53
7.	Analisis Kandungan Besi pada PT. Aneka Tambang Tbk. UBPN Operasi Pomalaa Muhammad Syahrir G. dkk.	54 - 64
8.	Kaji. Pengembangan Teknologi Asap Cair Dalam Proses Pirolisis Limbah Kayu Dan Daun M. Wijaya E. Looor, T. Tedja Irawadi & G. Pari.....	65 - 73
9.	Hidrokarbon Petroleum Fraksi Aromatik Dalam Sedimen Laut Pelabuhan Pantolon Irwan Said.....	79 - 87
10.	Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa Kelas XI IPA ₁ SMA Kartika Wirabuan-1 Makassar Melalui Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Darminto.....	88 - 97

Keterangan sampul: Asam Beta Siliko Molibdat, Taur, Medan Magnetik, Grafik, Histogram.

MANIPULASI MEDAN MAGNETIK PADA IKATAN KIMIA UNTUK SUATU MOLEKUL BUATAN

Muh. Tawil^{*)} & Dominggus Tahya^{**)}

^{*)} Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Makassar

^{**)} Dosen Kimia FKIP Universitas Pattimura (UNPATI) Ambon

ABSTRAK

Penerapan medan magnet dalam metode sS-UHF dapat digunakan untuk mendeskripsikan kekuatan ikatan dalam QDM dari ikatan yang sangat kuat pada orbital-orbital molekul hingga ikatan yang lemah yang digabungkan dengan tipe Heitler-London yang merupakan kombinasi orbital-orbital atom. Pemecahan keadaan simetris dari metode sS-UHF diperlukan untuk mendeskripsikan kekuatan ikatan dan pemisahan dari QDM. Pemecahan keadaan simetris menghasilkan orbital-orbital atom yang terletak pada masing-masing lintasannya.

Kata Kunci: *Metode sS-UHF, ikatan dalam QDM*

ABSTRACT

Magnetic field Applying in the sS-UHF method applicable to describe the strength of tying in QDM from very strong tying at molecule orbitals to weak tying which coupled with Heitler-London type combination representing of atom orbitals. Circumstance symmetrical resolving from method sS-UHF needed by decription of strength tying and dissociation from QDM. symmetrical Circumstance Resolving yield the atom orbitals which lay in each its trajectory.

Keywords: *Ss-Uhf Method, tying in QDM*

PENDAHULUAN

Quantum Dots dua dimensi (2D QD) biasanya digunakan untuk mengidentifikasi atom buatan, yang memberikan penekanan yang kuat untuk menyamakan antara atom buatan manusia dengan perilaku fisik dari atom alami (Chakraborty, 1999).

Kenyataan menunjukkan bahwa tidak ada medan magnet dianalogikan dengan daerah di luar pusat medan pada model partikel terikat dan gambar dari kucit-kucit elektron (Ruder, H, et.al, 1994). Menurut prinsip Aufbau, kerapatan elektron pada QD lebih rendah (Ostlund, N.S, 1989). Kuatnya ikatan elektron-elektron memegang peranan penting sebagai fungsi perbandingan R_w antara gaya tolak antar elektron dan energi kinetik pada titik nol.

KAJIAN PUSTAKA

1. Potensial Ikat Osilator Pusat Ganda

Pada 2D osilator pusat ganda, tingkat partikel tunggal dihubungkan dengan potensial ikat molekul buatan yang dihitung dengan persamaan Hamilton partikel tunggal (Chakraborty, 1999).

$$H = T + \frac{1}{2}m^* \omega_{xk}^2 x^2 + \frac{1}{2}m^* \omega_{yk}^2 y_k^2 + V_{neck}(y) + \hbar_k + \frac{g^* \mu_B}{\hbar} B.S \quad (1)$$

2. Hamilton (Multipartikel)

Hamilton multi partikel untuk QDM yang terdiri dari N elektron dapat diungkapkan sebagai jumlah dari H (partikel tunggal) seperti yang diberikan persamaan (1); dan gaya tolak antara elektron dua partikel (Ostlund, N.S, 1989)

$$H = \sum_{i=1}^N H(i) + \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i}^N \frac{e^2}{k r_{ij}} \quad (2)$$

Dengan k adalah konstanta dielektrik dan r_{ij} adalah jarak antara elektron i dan j.

3. Molekul Hidrogen Buatan (H_2 -QDM) dalam medan magnet : Pendekatan Ikatan valensi.

Deskripsi sS-UHF

Proses penguraian HF, diasumsikan bebas medan ($B=0$) untuk kasus H_2 -QDM dengan $k = 20$ (Harga ini merupakan tingkat 1 dari 3 tingkat dalam penerapan medan magnet).

Fungsi gelombang proyeksi dan penempatan simetris .

Untuk keperluan lebih lanjut, dapat digunakan teknik proyeksi spin untuk menempatkan kembali perpecahan simetris dari determinan sS-UHF (Pauncz, R, 2000).

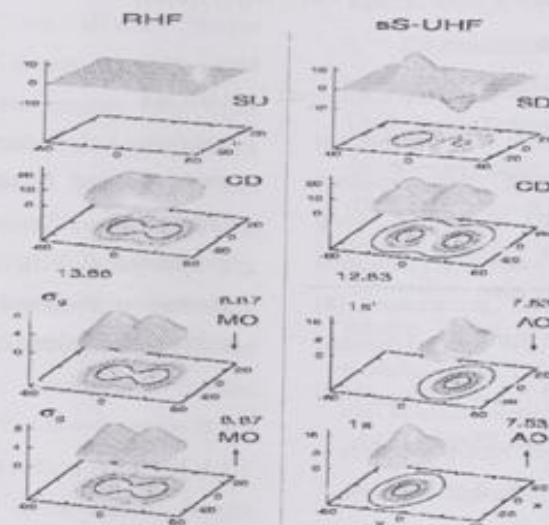
$$\sqrt{2} \psi_{UHF}(1,2) = \begin{vmatrix} u(r_1)\alpha(1) & v(r_1)\beta(1) \\ u(r_1)\alpha(1) & v(r_1)\beta(1) \end{vmatrix} = u(1) \bar{v}(2) >, \quad (4)$$

Dimana $u(r)$ dan $v(r)$ adalah sub kulit s kiri dan $1s^1$ adalah sub kulit kanan pada orbital sS -UHF. Sebagai contoh orbital-orbital dari medan bebas yang diperlihatkan dalam kolom sebelah kanan dari gambar 1. orbital dengan letak yang sama ditunjukkan dengan kasus $B \neq 0$ sehingga, fungsi umum dari $u(r)$ dan $v(r)$ adalah fungsi kompleks. α dan β menyatakan fungsi spin naik dan spin turun. Begitu pula sebaliknya dalam persamaan (4) dapat didefinisikan notasi untuk determinan Ψ_{UHF} dimana luas permukaan orbitalnya menyatakan elektron spin bawah.

$\Psi_{\text{UHF}}(1,2)$ adalah nilai eigen dari proyeksi S_z dari spin total ($S = s_1 + s_2$) yang dapat menggerakkan fungsi gelombang untuk many-body. Nilai eigen $S^2 = s(s+1)\hbar^2$ dengan memasukkan operator proyeksi menurut Lowdin (Lowdin, P.O, 1980), diperoleh:

$$P_s = \frac{S^2 - s^1(s^1 + 1)\hbar^2}{[s(s+1) - s^1(s^1 + 1)]\hbar^2} \quad (5)$$

Dimana indeks s^1 mentakan bilangan kuantum dari S^2 .



Gambar 1. Keadaan H_2 -QDM pada medan magnetik 0 dengan parameter:

$$m^* = 0,067 \text{ me. } \hbar\omega_0 = 5 \text{ meV, } d = 30 \text{ nm, } V_b = 4,95 \text{ meV, } k = 20.$$

Hasil dari S^2 untuk determinan UHF dapat dihitung dengan bantuan persamaan

$$S^2 \Phi_{UHF} = \hbar^2 \left[(N_\alpha - N_\beta)^2 / 4 + N / 2 + \sum_{i < j} \sigma_{ij} \right] \Phi_{UHF} \quad (6)$$

Dengan σ_{ij} menyatakan perubahan spin elektron ke i dan j untuk spin yang berbeda-beda. N_α dan N_β menyatakan bilangan spin atas dan spin bawah.

Untuk $N = 2$ maka N_α dan $N_\beta = 1$, $S_z = 0$, dan S^2 hanya mempunyai 2 bilangan kuantum $s = 0$ dan $s = 1$. sehingga diperoleh persamaan:

$$\begin{aligned} 2\sqrt{2}P_0\psi_{UHF}(1,2) &= (1 - \sigma_{12})\sqrt{2}v_{UHF}(1,2) \\ &= u(1)v(2) > - u(1)v(2) > \end{aligned} \quad (7)$$

Berlawanan dengan fungsi gelombang determinan tunggal dan metode RHF dan ϵ S-UHF proyeksi fungsi gelombang many-body persamaan (7) adalah superposisi linier dari determinan 2 Slater (Ostlund, N.S, 1989) dan

$$2P_0\psi_{UHF}(1,2) = (u(r_1)v(r_2) + u(r_2)v(r_1))x(0,0) \quad (8)$$

Dengan fungsi eigen spin diberikan oleh

$$x(s=0, S_z=0) = (\alpha(1)\beta(2) - \alpha(2)\beta(1)) / \sqrt{2} \quad (9)$$

Persamaan (8) punya bentuk HL antar ikatan valensi fungsi gelombang dari keadaan magnetik tunggal. Berbeda dengan HL yang menggunakan orbital $\phi_L(r)$ dan $\phi_R(r)$ dari atom bagian kiri dan kanan, persamaan (8) menunjukkan orbital sS-UHF yang konsisten

$$\psi_{GVB}^s(1,2) = n_s \sqrt{2}P_0\psi_{UHF}(1,2) \quad (10)$$

Dimana konstanta normalisasi diberikan oleh:

$$n_s^2 = 1 / (1 + S_w S_w) \quad (11)$$

S_w menjadi integral lipat dari orbital $u(r)$ dan $v(r)$ (merupakan perluasan dari medan magnet B).

menunjukkan langkah koreksi dari perkiraan rata-rata medannya.

Perluasan dari determinan dalam persamaan (7) dapat ditemukan ekuivalennya:

untuk jarak d , besarnya beda potensial V_b dan medan magnet B. sebagai hasilnya persamaan (8) dapat digolongkan sebagai fungsi gelombang (GVB). Untuk menghitung nilai normalisasi dari keadaan GVB dapat digunakan persamaan (Ostlund, N.S, 1989):

$$S_{uv} = \int u^*(r)v(r)dr \quad (12)$$

Energi total dari keadaan GVB diberikan oleh

$$E_{GVB}^* = n_s^2 [h_{uu} + h_{vv} + S_{uv}h_{vu} + S_{vu}h_{uv} + J_{uv} + K_{uv}] \quad (13)$$

Dalam hal ini, h = Hamilton total dari partikel tunggal, J dan K = arah dan perubahan elektron matrik yang ditunjukkan dengan ikatan e-c sebesar $e^2/k\epsilon_1\epsilon_2$

$$E_{HF}^* = h_{uv} + h_{vu} + J_{uv} \quad (14)$$

Untuk triplet dengan $S_z = \pm 1$, proyeksi fungsi gelombang sama dengan determinan HF awal, sehingga besarnya energi untuk seluruh (3 tingkat keadaan) = E_{GVB}^* , E_{RHF}^* , E_{UHF}^*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Hasil antara RHF, sS-UHF dan GVB

Pada bagian ini dibahas secara mendetail keadaan dari ikatan dalam H_2 -QDM yang berada pada medan magnet yang tegak lurus. Hasil numerik untuk tiga harga konstanta dielektrik $k = 45$ (ikatan lebih lemah dari GaAs), $k = 25$ (ikatan agak lemah dari GaAs) dan $k = 12,9$ (untuk GaAs). Selanjutnya kita akan mempelajari perubahan dari perbedaan energi $\Delta E = E^s - E^t$, antara keadaan singlet dan triplet sebagai fungsi peningkatan medan magnet yang bervariasi dari $B = 0$ sampai $B = 9$ T. Perubahan dari dua keadaan orbital sS-UHF dari keadaan singlet diilustrasikan dengan

Sebagai perbandingan kita berikan juga persamaan untuk menghitung energi total dari H singlet, begitu pula untuk kasus RHF/sS-UHF (Ostlund, N.S, 1989)

menempatkannya pada dua nilai $B = 0$ dan $B = 9$ T. untuk semua keadaan (gambar 2,3, dan 4) $V_b = 0$ untuk keadaan rendah ($B=0$) keadaan tinggi ditunjukkan dengan nilai V_b akhir, $d = 30$ nm untuk semua keadaan.

Untuk Kasus $k = 45$

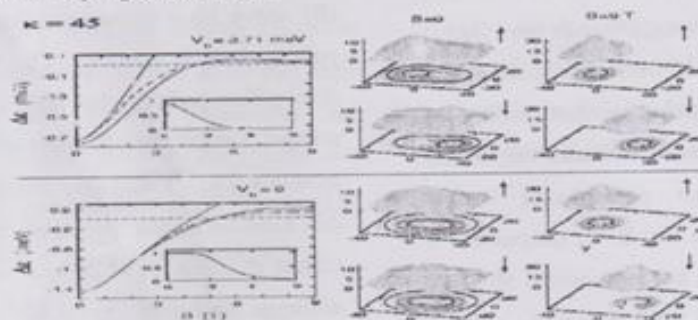
Gambar 2 menunjukkan pengembangan dari ΔE sebagai fungsi dari medan magnet untuk $k = 45$ dan untuk semua tingkatan perkiraan yaitu RHF (Teori MO, baris paling atas), sS-UHF (baris tengah) dan GVB (baris bawah). Aturan yang sama juga berlaku untuk kurva ΔE (B) untuk $V_b = 0$ yang ditunjukkan pada panel paling bawah, untuk $V_b = 3,71$ meV ditampilkan pada gambar atas. Tampilan sisipan sebagai fungsi dari B yang overlap (kuadrat modulus $|S_{uv}|^2$) dari dua orbital $u(r)$ dan $v(r)$ dari keadaan singlet. Pada perhitungan ini faktor efektif g dibuat sama dengan nol atau $g^* = 0$, sehingga diperoleh energi efek Zeeman yang tidak menghalangi B yang besar yang

merupakan konfigurasi dari $\Delta\varepsilon = 0$. Sama halnya untuk B yang relatif kecil, maka $\hbar\Omega_{\text{eff}} = \hbar(\omega_0^2 + \omega_c^2/4)^{1/2}$ di mana $\omega_c = eB/m^*c$ adalah frekuensi cyclotron, kontribusi Zeeman kenyataannya dapat ditambahkan pada hasil perhitungan untuk $g^* = 0$.

Teramati pertama kali untuk fungsi B , pada $V_b = 0$ dan $V_b = 3,71$ meV, dan untuk semua tingkat perkiraan perbedaan energi ($\Delta\varepsilon$) dimulai dari nilai minimum negatif (keadaan awal singlet) dan kemudian meningkat menjadi nol setelah itu melewati titik nol, berubah menjadi positif (keadaan triplet). Bagaimanapun untuk nilai B yang besar ada perbedaan yang tajam dalam perilaku kurva RHF dibanding kurva sS - UHF dan GVB. Tentu saja setelah lewat sumbu nol kurva RHF tidak terus-menerus meningkat tajam dan pada awalnya bergerak keluar dari batas garis (pada $B = 9T$, nilai RHF adalah 0,93 dan 1,21 meV untuk $V_b = 0$ dan 3,73 meV). Sebaliknya, setelah melewati batas maksimum $\Delta\varepsilon$ positif untuk kedua kurva sS - UHF dan GVB bertemu di titik nol untuk nilai B yang sangat besar.

Konvergensi dari energi total singlet dan triplet untuk harga yang sama menunjukkan bahwa H_2 - QBM dipisahkan oleh nilai B yang sangat besar. Ini juga menunjukkan keadaan overlap untuk fungsi medan magnetik. Pada kenyataannya, secara praktek overlap menurun menjadi nol sebagai fungsi dari B , yang mengisyaratkan bahwa dua hubungan orbital $u(r)$ dan $v(r)$ dari keadaan singlet menjadi lebih kuat pada masing-masing individunya.

Pemisahan molekul di induksi oleh medan magnet dan gabungan-gabungan elektron yang secara lebih lengkap ditunjukkan oleh kerapatan orbital pada setiap molekul. Kerapatan ini keduanya pada nilai akhir $B = 0$ dan $B = 9T$. Untuk $B = 9T$ menunjukkan bahwa elektron-elektron terletak pada tempatnya sendiri-sendiri secara baik. Bertolak belakang dengan hal itu, untuk $B = 0$ orbital-orbital terlempar dari QDM. Untuk $B = 0$ dan $V_b = 0$, dua orbital $u(r)$ dan $v(r)$ secara umum berbeda meskipun mempunyai keadaan yang sama untuk orbital $1s$.



Gambar 2. Menunjukkan H_2 - QDM pada keadaan medan magnetik untuk $k = 45$.

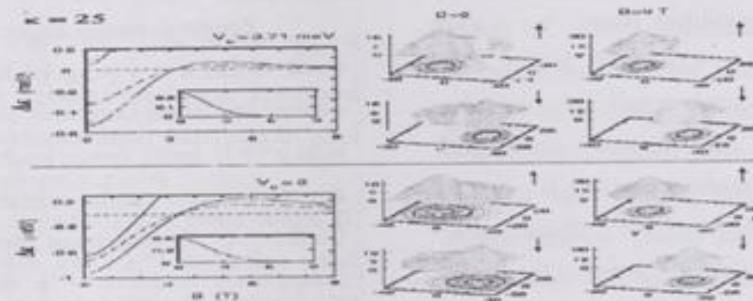
Salah satu efek pemilihan ikatan $e - e$ yang sangat lemah ($k = 45$) adalah bahwa untuk kasus $V_b = 0$, tiga keadaan perkiraan pemisahan sama untuk nilai MO (terpecah secara tidak simetris) untuk medan magnet $B < 2,9T$. Keadaan ini juga menunjukkan keadaan masing-masing orbital untuk kasus $B = 0$. Bagaimanapun, untuk $V_b = 3,71$ meV dengan ikatan $e - e$ yang lemah tidak mencukupi untuk pemecahan secara simetris dalam kasus bebas medan tadi. Sebagai hasilnya, untuk $B = 0$ dan $V_b = 3,71$ meV kedua orbital $u(r)$ dan $v(r)$ walaupun terpecah keluar dari lintasan dan GVB singlet berada pada energi yang lebih rendah daripada nilai MO.

Pengamatan kedua adalah kedua solusi (sS-UHF dan GVB) menunjukkan pemisahan atau batasan pemisahan ($\Delta\epsilon \rightarrow 0$) untuk B yang sangat besar. Dan keduanya (metode sS-UHF dan GVB) dari keadaan singlet pada $B = 0$ menunjukkan keadaan dasar untuk semua nilai. Diantara keduanya GVB selalu lebih rendah dan sebagai hasilnya GVB mengindikasikan kelebihan metode sS-UHF untuk setiap tingkatan energi. Selanjutnya untuk singlet atau triplet GVB selalu menghasilkan keadaan yang stabil yang menunjukkan kelebihan perilaku GVB dari sS-UHF untuk semua nilai k .

Untuk $k = 25$

Pengaruh medan magnet pada H_2 -QDM untuk ikatan $e - e$ yang lebih kuat ($k = 25$) ditunjukkan dalam Gambar 3. Dengan mengatur nilai $g^* = 0$ untuk semua keadaan, arti dari $\Delta\epsilon$ dan penampilan orbital adalah sama dengan Gambar 2. Dibandingkan dengan $k = 45$ peningkatan ikatan $e - e$ disebabkan oleh kekuatan gabungan elektroa, yang berada pada jarak yang tidak jauh untuk larutan sS-UHF dan GVB dalam garis simetris MO (RHF). Untuk $V_b = 0$ tiga tingkatan perkiraan perbedaan nilai untuk singlet-triplet $\Delta\epsilon$. Dengan medan larutan GVB dalam kasus bebas medan singlet adalah yang paling stabil. Untuk $V_b = 3,71$ meV larutan MO sulit berada dalam keadaan medan yang memprediksikan nilai $\Delta\epsilon$ positif.

Kekuatan gabungan antar elektron juga menunjukkan perilaku dari integral overlap yang dimulai pada $B = 0$ dengan nilai yang lebih kecil dibandingkan pada kasus $k = 45$. Akibatnya gabungan elektron yang lebih kuat dengan k yang lebih kecil dapat menyebabkan orbital pada keadaan singlet terletak dalam daerah tengah ($B = 0$) dan kolom sebelah kanan ($B = 9T$) pada Gambar 3.



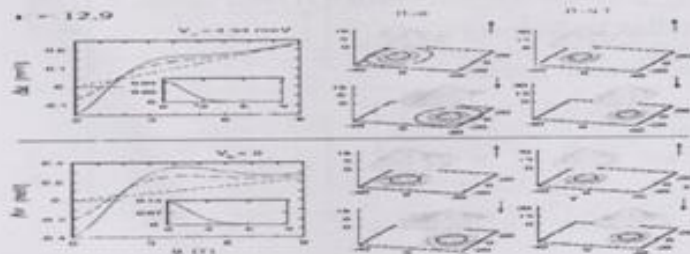
Gambar 3. Merupakan keadaan H₂-QDM dalam medan magnetik untuk k = 25

Untuk k = 12,9 (GaAs)

Konstanta dielektrik untuk GaAs adalah k = 12,9 yang menunjukkan peningkatan ikatan e - e secara lebih tinggi dibandingkan dua keadaan sebelumnya yaitu k = 45 dan k = 25. Keadaan ini disajikan dalam Gambar 4. Catatan: kontribusi Zeeman untuk g* = -0,44. Sebagai hasilnya kurva sS-UHF dan GVB untuk Δε mengumpul menjadi garis lurus yang menunjukkan garis Zeeman tergantung pada γB (dengan γ ≈ 0,026 meV/T untuk S_z = +1) untuk nilai B yang besar.

Gambar 4. Menunjukkan keadaan H₂-QDM dalam medan magnetik untuk k = 12,9. Dibandingkan dengan k = 45 dan k = 25

peningkatan ikatan e - e disebabkan oleh kekuatan gabungan elektron, yang berada pada jarak yang tidak jauh untuk larutan sS-UHF dan GVB dalam garis simetris MO (RHF). Untuk V_b = 0 tiga tingkatan perkiraan perbedaan nilai untuk singlet-triplet Δε positif pada integral 0 ≤ B ≤ 9T pada kenyataannya nilai ini sangat besar sehingga MO terletak di luar garis tadi. Untuk V_b = 4,94 meV larutan MO sulit berada dalam keadaan medan yang memprediksikan nilai Δε positif.



Gambar 4. Menunjukkan keadaan H₂-QDM dalam medan magnetik untuk k = 25

Kecenderungan umum dalam perbedaan energi singlet-triplet.

Berdasarkan perhitungan GVB kecenderungan dapat dilihat dalam setiap kasus (tidak bergantung dari nilai k), bahwa perbedaan energi singlet-triplet adalah dimulai dari nilai negatif dalam kasus bebas medan magnet. Melalui peningkatan medan magnet perbedaan energi menjadi lebih lesar melalui nilai 0 tepat pada $B = 0$ dan menjadi positif untuk semua $B \geq 0$. konvergensi dari penyebaran menjadi garis lurus merupakan kontribusi Zeeman. Ini berarti bahwa untuk nilai B yang besar perbedaan energi singlet-triplet diberikan oleh energi Zeeman dan molekul-molekul yang terpisah. Kecepatan pemisahan molekul ditunjukkan oleh ikatan e-c.

KESIMPULAN

1. Penerapan medan magnet dalam metode sS-UHF dapat digunakan untuk mendeskripsikan kekuatan ikatan dalam QDM dari ikatan yang sangat kuat pada orbital-orbital molekul hingga ikatan yang lemah yang digabungkan dengan tipe Heitler-London yang merupakan kombinasi orbital-orbital atom.
2. Pemecahan keadaan simetris dari metode sS-UHF diperlukan untuk mendeskripsikan kekuatan ikatan dan pemisahan dari QDM. Pemecahan keadaan simetris menghasilkan

orbital-orbital atom yang terletak pada masing-masing lintasannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Chakrabarty. (1999). *Theory of Quantum Dots : a Survey of the Properties of Artificial Atoms*. Amsterdam : Elsevier.
- Ruder,H.; Wunner,G.; Herold,H.; Geyer,H. (1994). *Atoms in Strong Magnetic Fields*; Berlin: Springer-Verlag.
- Ostlund,N.S. (1989). *Modern Quantum Chemistry*; New York.: McGraw-Hill
- Lowdin, P.O. (1964). *Modern Physics*. Phys. Rev.B.
- Pauncz, R. 2000. *The Construction of Spin Eigenfunction: An Exercise Book*; New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.